

ЭЛЕКТРОННЫЙ АТЛАС “БИОРАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА СИБИРИ” *

А. М. ФЕДОТОВ, Б. Я. РЯБКО, А. А. ФЕДОТОВ, А. Г. ХОРЕВ
Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: fedotov@ict.nsc.ru

И. А. АРТЕМОВ, Н. Б. ЕРМАКОВ, А. А. КРАСНИКОВ, О. Н. ПОТЕМКИН
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
Новосибирск, Россия

The paper is devoted to the studies carried out by the ICT SB RAS and Central Siberian Botanical Garden of the SB RAS (CSBG RAS) aimed at the development of an electronic library Electronic Atlas “Biological Variety of the Siberian Flora” providing access through the *Internet* to the data arrays, materials and collections of the CSBG RAS. The objective of the electronic library is to systematize and organize wide access to the diversified information on biological variety of the Siberian plant life based on the up-to-date informational technologies. General approaches to the systematization and preservation of diversified botanical and environmental information and the problems of integrating the system into the geoinformational system (GIS) are discussed.

1. Введение

Современные вычислительные и информационные технологии открывают новые возможности для решения наиболее актуальных проблем сохранения биоразнообразия и контроля над состоянием экосистем как на региональном, так и на биосферном уровне. Главным образом это касается возможностей построения пространственных и динамических моделей экосистем различной размерности, имеющих прогностические возможности. Развитие моделирования, которое отражало бы различные аспекты организации, состояния и динамики биоразнообразия, требует создания универсальных информационных систем, содержащих обширную стандартизированную и доступную информацию по таксономии живых организмов, состоянию и распространению природных популяций и экосистем различного уровня организации, ресурсного и интродукционного потенциала видов.

В начале 1998 г. в Сибирском отделении РАН была сформирована целевая программа развития информационных ресурсов Отделения под общим названием “Электронная библиотека Сибирского отделения РАН” [1]. В рамках данной программы разработан проект

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты №98-07-91011 и №97-07-90372.

© А. М. Федотов, И. А. Артемов, Н. Б. Ермаков, А. А. Красников, О. Н. Потемкин, Б. Я. Рябко, А. А. Федотов, А. Г. Хорев, 1998.

создания электронного атласа “Биоразнообразие растительного и животного мира Сибири” [2]. В рамках этого проекта Центральным сибирским ботаническим садом и Институтом вычислительных технологий СО РАН развернуты работы по созданию электронной библиотеки электронный атлас “Биоразнообразие растительного мира Сибири”. Цель электронной библиотеки — обеспечить систематизацию и широкий доступ к разнообразной информации по биоразнообразию растительного мира Сибири на основе современных информационных технологий. В ходе работ предполагается разработать общие подходы по систематизации и сохранению разнородной ботанической и экологической информации, интегрировать эту информацию в Геоинформационную систему (ГИС), сделать доступными массивы данных материалов и коллекций ЦСБС СО РАН через сеть Internet.

Электронная библиотека “Биоразнообразие растительного мира Сибири” предназначена для сохранения и организации широкого доступа к информации о растениях и экологических характеристиках регионов Сибири. Основные источники информации — данные, собранные исследователями в течение нескольких десятилетий в биологических институтах Отделения, научные журналы, монографии, учебники, материалы, хранящиеся в зоологических музеях и гербариях, а также результаты экспериментальных исследований и полевые журналы экспедиций.

В рамках библиотеки предусмотрено создание баз данных со средствами поиска по важнейшим группам растений и растительных сообществ (в частности, БД “Редкие виды растений Сибири”, “Охраняемые природные территории”, “Определители таксономической принадлежности”, “Лекарственные растения”, “Природно очаговые болезни”, “Генофонд с/х растений и животных” и т. д.) и автоматически актуализируемых баз данных биологических видов на основе системы классификаторов, а также поддержка распределенной работы и кооперации исследователей (телеконференции и Internet форум), находящихся в разных регионах, с доступом через среду Интернет.

В общий план работ входит также разработка концепции создания и программного обеспечения банка знаний “Биоразнообразие планеты”, который будет аккумулировать и своевременно обновлять сведения о видах животных и растений и экологии регионов планеты. Этот банк будет не только выполнять на качественно новом уровне все задачи, решаемые ранее традиционно, но и функционировать как глобальный распределенный зоологический музей и гербарий.

Банк знаний изначально планируется как распределенная информационная система, поэтому разработка его концепции и создание первых действующих региональных банков данных в России является существенным шагом в области применения новых информационных технологий для решения одной из важнейших проблем сохранения биосферы планеты как среды обитания человека.

2. Коллекции ЦСБС СО РАН

В ЦСБС в настоящее время сохраняются и поддерживаются уникальные коллекции и массивы данных по биоразнообразию растительного мира Сибири. Так, в гербариях ЦСБС хранится около 310 тыс. образцов высших сосудистых растений, собранных на территории Сибири, в числе которых и уникальные типовые образцы. Имеются коллекции мхов, грибов, лишайников, низших растений. В фитоценоотеке хранятся материалы более чем 10 тыс. описаний разнообразных растительных сообществ. Собрание древесных растений ЦСБС насчитывает около 800 видов, гибридов и форм, что в 2.5 раза превышает количество видов дендрофлоры Сибири. Уникальна информация и по интродукционным испытаниям

более 2000 видов, гибридов и форм, из которых 136 рекомендовано к использованию в Южной Сибири. Ценные данные содержат также полевые дневники исследователей.

С увеличением объема коллекций задача извлечения требуемой информации становится все более трудоемкой. Биологические коллекции традиционно организуются по таксономическому принципу, и в гербарии, например, достаточно просто найти образцы, принадлежащие к тому или иному таксону. Поиск же в коллекции образцов, собранных в пределах какого-либо региона или в каком-либо конкретном местообитании, крайне затруднителен и требует применения информационно поисковой системы.

ЦСБС СО РАН является одним из первых учреждений России, где были начаты работы по созданию информационных поисковых систем на материале гербария [3]. В настоящее время здесь создано несколько баз данных (БД), содержащих информацию о видах и растительных сообществах Сибири. Это гербарная БД “Флора-М”, которая создавалась в рамках проекта РФФИ (94-07-11932), таксономические БД “Тагахасум”, “Флора Новосибирской области”, “Древесные растения Алтае-Саянской горной области”, БД ареалов растений, БД, содержащие экологическую и геоботаническую информацию [4–9]. Перечисленные базы данных разрабатывались различными коллективами с использованием СУБД FOXPRO, ACCESS и специализированных пакетов TURBOVEG, BG-RECORDER и IBIS. Имеющиеся БД существуют автономно, не имеют выхода в Интернет и далеко не полностью охватывают имеющийся в ЦСБС массив информации по биоразнообразию Сибири. В то же время в процессе их создания был накоплен богатый опыт по формализации таксономических, флористических и геоботанических данных. В настоящее время становится актуальным объединение усилий специалистов разных специальностей — систематиков, флористов, геоботаников, экологов, информатиков — с целью создания единой информационной системы по биоразнообразию растительного мира Сибири.

3. Информационная структура электронной библиотеки

Составляющими электронной библиотеки являются тематические связанные базы данных, содержащие информацию уникальных коллекций и фондовых материалов ЦСБС и литературные данные по биоразнообразию растительного мира Сибири. Основные разделы электронной библиотеки содержат эталонные названия таксонов, информацию о видовом разнообразии и разнообразии сообществ, данные о видах, имеющих ресурсную ценность (ресурсное разнообразие), информацию по природоохранной тематике и интродукции видов. В свою очередь разделы состоят из тематически связанных БД, включающих в себя следующие подразделы.

1. Эталонные списки таксонов:

БД “Таксоны” (содержит эталонные латинские и русские названия семейств, родов, видов, подвидов и латинские названия синонимов, составленные на основе современных таксономических сводок).

2. Видовое разнообразие:

а) БД “Флора” (содержит сведения по морфологии, экологии, распространению, использованию видов, их точечные ареалы, иллюстрации и пр.);

б) БД “Гербарий” (содержит данные о гербарных образцах — видовое название собранного растения, географические и экологические характеристики точки сбора, фамилии коллекторов, дата сбора, статус образца, данные о переопределениях образца и пр.);

в) БД “Конкретные флоры” (содержит географические характеристики и списки видов того или иного географического выдела — конкретные флоры (КФ));

г) БД “Дневниковые записи” (содержит данные о видах, отмеченных в полевых дневниках, в частности, о видах, не вошедших в то или иное геоботаническое описание и не подтвержденных флористическими сборами, — видовое название, географические и экологические характеристики местообитания, в котором был отмечен вид или группа видов, примечания исследователя).

3. Разнообразие сообществ:

БД “Разнообразие растительных сообществ” (содержит характеристики типов сообществ и конкретных геоботанических описаний, списки видов сообществ).

4. Охрана природы:

а) БД “Редкие растения” (содержит данные о редких и исчезающих видах растений, в частности видах, занесенных в Красную книгу РСФСР [10], региональные Красные книги Сибири — Красную книгу Республики Алтай [11], Красную книгу Алтайского края [12] и др., в том числе и Красные книги, которые в настоящее время готовятся к изданию, — Красная книга России, Красная книга Новосибирской области, Красная книга Республики Тыва, Красная книга Республики Хакасия);

б) БД “Редкие сообщества” (содержит информацию по нуждающимся в охране редким и исчезающим растительным сообществам, в частности, занесенным в Зеленую книгу Сибири [13], — паспорта сообществ с подробными данными по их распространению и условиям местообитания, мотивы и категории охраны, фитоценотические и флористические характеристики);

в) БД “Охраняемые территории” (содержит информацию по охраняемым территориям различного статуса в Сибири — заповедникам, заказникам, памятникам природы — списки видов и сообществ заповедников, подтвержденные данными по гербарным образцам и описаниями сообществ, паспорта памятников природы, картографический материал, включающий карты растительности и карты распространения наиболее интересных видов).

5. Ресурсы и интродукция:

а) БД “Древесные растения” (содержит информацию о видах древесных растений, их морфологии, распространению, биологическим характеристикам — фенофазам, особенностям роста и развития, зимостойкости, поведению в культуре, а также о перспективах интродукции растений в различных регионах Сибири, позволяющую осуществлять поиск необходимых видов и форм по цветовой гамме, срокам цветения и подбирать оптимальные живые интерьеры для конкретных условий);

б) БД “Лекарственные растения” (содержит данные о видах лекарственных растений, их морфологии, распространению, биологическим особенностям, состоянию популяций, химическому составу, использованию в официальной и народной медицине, поведению в культуре и перспективах интродукции);

в) БД “Кормовые и технические растения” (содержит информацию о видах кормовых и технических растений, их морфологии, распространению, биологическим особенностям, состоянию популяций, кормовой ценности, поведению в культуре и перспективах интродукции);

г) БД “Декоративные растения” (содержит информацию о декоративных растениях, их морфологии, распространению, биологическим особенностям, состоянию популяций, срокам цветения, поведению в культуре и перспективах интродукции);

д) БД “Пищевые растения” (содержит данные о видах кормовых и технических расте-

ний, их морфологии, распространению, биологическим особенностям, состоянию популяций, поведению в культуре и перспективах интродукции).

Принятая структура электронной библиотеки позволяет через наименования видовых таксонов связать все конкретные БД, которые формируются и поддерживаются специалистами, работающими в различных областях биологии (систематике, флористике, геоботанике, лесоведении, ресурсоведении, охране природы). В результате появляется возможность формирования новых и пополнения уже имеющихся тематических БД. Так, БД “Конкретные флоры” может быть сформирована и автоматически поддерживаться в значительной степени на основе данных из БД “Флора”, “Гербарий”, “Описания сообществ” и “Дневниковые записи”. В настоящее время в ЦСБС ведутся работы по созданию БД в области геоботаники и флористики. Именно поэтому в первоначальный вариант электронного атласа предполагается включить БД из разделов “Эталонные списки таксонов”, “Видовое разнообразие” и “Разнообразие сообществ”.

3.1. Эталонные списки таксонов

БД “Таксоны” является ключевой в системе организации информации электронного атласа по биоразнообразию, поскольку видовые названия растений представляют собой основу для связывания фактически всех тематических БД. Базисный уровень информации образует стандартный список видов и подвидов, принятый в соответствии с последними публикациями по флоре Сибири и бывшего СССР [14–16]. База данных “Таксоны” представлена в виде ряда связанных таблиц, отражающих таксономическую структуру флоры, включающую названия как валидных, так и инвалидных таксонов:

таблица “Семейства” (поля: латинское название семейства, русское название семейства, упорядоченные по системе Энглера, и др.);

таблица “Рода” (поля: латинское название рода, русское название рода и др.);

таблица “Виды” (поля: латинское название вида и автор, русское название вида и др.);

таблица “Подвиды” (поля: латинское название подвида и автор, русское название подвида и др.);

таблица “Синонимы” (поля: латинское название синонима и автор и др.).

3.2. Видовое разнообразие

Данный раздел электронного атласа содержит информацию о видах сибирской флоры в виде связанных баз данных “Флора”, “Гербарий”, “Конкретные флоры” и “Дневниковые записи”.

БД “Флора” содержит таблицы с генерализованной информацией о морфологии, экологии, хорологии видов и подвидов, состоянию их популяций (поля: морфология, природная зона, подзона, высотный пояс, экобиоморфа, экологическая группа, тип ареала, электронный ареал вида, редкость, угрожаемость, ресурсная значимость, иллюстрация, литературные источники и др.).

БД “Гербарий” содержит информацию об образцах, хранящихся в коллекциях ЦСБС и в других гербариях Сибири. Представлена в виде двух таблиц, отражающих информацию о конкретном гербарном образце:

таблица “Гербарий” (поля: видовое название, географическое положение точки сбора, регион, административный район, населенный пункт, координаты, высота над уровнем моря, экспозиция, тип местообитания, дата сбора, фамилия коллектора, код гербария, статус образца и др.);

таблица “Переопределения образца” (поля: номер гербарного образца, новое видовое название, новое подвидовое название, автор переопределения, дата переопределения).

БД “Конкретные флоры” состоит из двух связанных таблиц, описывающих географические характеристики и списки видов конкретных выделов, составленных на основе метода “конкретных флор”:

таблица “Географические характеристики” (поля: регион, административный район, населенный пункт, координаты с.ш., координаты в.д., дата, фамилия исследователя и др.);

таблица “Виды конкретных флор” (поля: код вида, код КФ и др.).

БД “Дневниковые записи” также состоит из двух связанных таблиц, одна из которых содержит географические и экологические характеристики конкретных местообитаний, а другая — список видов, отмеченных для данных местообитаний в дневниковых записях:

таблица “Местообитания” (поля: географическое положение местообитания, регион, административный район, населенный пункт, координаты с.ш., координаты в.д., высота, экспозиция, тип местообитания, дата, фамилия автора дневниковых записей, примечания и др.);

таблица “Виды местообитания” (поля: код вида, код местообитания, отмеченного в дневнике и др.).

3.3. Разнообразие сообществ

Данный раздел электронного атласа включает информацию о типологических единицах растительности и документированные описания конкретных фитоценозов. Структура БД была разработана с учетом принципов, реализованных в стандартном Европейском пакете фитосоциологических данных TURBOVEG. База данных состоит из связанных таблиц, характеризующих тип сообщества, особенности конкретных описаний и их флористический состав:

таблица “Характеристика типа сообщества” (поля: название синтаксона, синонимы, ссылка на литературный источник, автор, характеристика экотопа, вертикальная структура, горизонтальная структура, характеристика ценофлоры, распространение, продуктивность, ресурсный потенциал, функции, статус угрожаемости, редкие и исчезающие виды, современное использование, современное состояние, меры охраны, схемы, фотографии и др.);

таблица “Характеристики описаний” (поля: регион, ссылка на литературный источник, показатель обилия, автор, дата, код синтаксона, площадь описания, высота над уровнем моря, экспозиция, общее проективное покрытие, высота первого яруса, высота второго яруса, координаты и др.);

таблица “Флористический состав описаний” (поля: код вида, код описания, показатель обилия, ярус и др.).

4. Электронный определитель биологических видов

Квалифицированное определение таксономической принадлежности животных и растений является необходимой, но одной из самых трудоемких частей всех исследований в области биоразнообразия. В рамках проекта предлагается разработка концепции самообучающегося электронного определителя, основанного на новых методах построения определительных таблиц минимальной трудоемкости и таблиц, исправляющих ошибки [17].

Определитель является банком таксономических и экологических знаний, который можно широко использовать не только как исследовательский инструмент, но и как учебное пособие.

В настоящее время квалифицированное определение таксономической принадлежности для большинства видов является почти искусством, доступным, как правило, специалистам по сравнительно узким таксономическим группам. В значительной степени это связано, во-первых, с тем, что определительные таблицы, напечатанные в книгах и журналах, без “озвучивания” специалистом “немы” (см., например [15]). Они не могут ответить на вопросы, подсказать или исправить ошибки. Для профессионального определения, и в конечном итоге для верификации исследований, особенно важно то, что постоянно появляющаяся информация об изменениях в определительных таблицах, вызванных описанием новых видов или ревизией таксонов, а также сведениями об их ареалах и биологических особенностях, обычно рассеяна по многочисленным журнальным публикациям и доступна только узкому кругу специалистов. Сбор и обработка такой информации требует значительных затрат труда и времени.

Эти проблемы и трудности могут быть в значительной мере устранены или существенно уменьшены за счет использования возможностей современных информационных технологий и прежде всего средств Интернет. Речь идет не только о решении проблем аккумуляции и постоянного обновления таксономической и экологической информации, что может быть осуществлено с помощью уже известных концепций и средств, разработанных для распределенных банков данных и знаний, но и о принципиально новых возможностях, позволяющих качественно упростить процесс определения таксономической принадлежности животных и растений.

Разрабатываемые технология и программное обеспечение для нужд таксономии позволит

- 1 — автоматизировать процесс аккумуляции и обновления таксономических данных;
- 2 — рационально построить процесс определения таксономической принадлежности растений;
- 3 — существенно упростить процесс определения таксономической принадлежности животных и растений и соответственно процесс оценки состояния биологического разнообразия Сибири.

Для решения поставленных задач необходимы:

- создание автоматически актуализируемых баз данных биологических видов и на их основе системы классификаторов;
- создание баз данных эколого-биологической информации для территории Сибири;
- разработка концепции интерактивного электронного определителя, способного объединить функции учебного пособия и исследовательского инструмента;
- построение системы статистической обработки данных Банка “Биоразнообразие Сибири”;
- развитие методов составления электронных определительных ключей и филогенетических построений.

5. Электронный журнал “Биоразнообразие”

В основе стратегического направления деятельности данного журнала лежит идея преодоления узких региональных подходов к изучению биоразнообразия континента, кото-

рые доминируют в современной науке, и пропаганда широкого географического (пан-евразийского) научного мировоззрения.

Журнал охватывает следующие направления:

проблемы биоразнообразия больших территорий;

глобальные классификации организмов и экосистем;

результаты исследований воздействия антропогенных факторов на изменение биоты и проблемы ее сохранения;

пространственная и временная организация биоразнообразия; моделирование современных и исторических процессов;

применение информационных технологий для изучения биоразнообразия.

6. Используемые технологии

За технологическую основу создания электронной библиотеки “Биоразнообразие растительного мира Сибири” взяты базовые технологии Internet [18]. Данная технология позволяет обеспечить сопряжение различных типов информационных серверов как в составе одного информационного узла, так и находящихся в различных информационных узлах региональной компьютерной сети. Использование Internet/Intranet технологий предоставляет технологические предпосылки для построения территориально распределенных, проблемно-ориентированных и корпоративных информационных сетей и систем в виде логических надстроек над единой информационно-телекоммуникационной средой, а также для органической интеграции в единое информационное пространство России и мирового сообщества.

Основу обслуживания пользователей информации составляют услуги, связанные с передачей информации (информационный транзит) и с предоставлением в пользование информационных ресурсов. Пользователи обладают равными правами на доступ к информационным ресурсам и не обязаны обосновывать перед владельцем этих ресурсов необходимость получения запрашиваемой ими информации. Исключение составляет информация с ограниченным доступом.

Начиная с середины прошлого года, с легкой руки фирмы Microsoft, в информационный обиход вошел новый термин Intranet. Intranet технология — это идеология построения систем информационной поддержки внутри одной организации (не обязательно расположенной в одном здании, в том числе и для таких “больших организаций”, как, например, Сибирское отделение РАН или отдельный регион страны), основанная на Internet технологиях.

Intranet технология основывается на

организации технологической среды поддержки различных протоколов передачи данных (основной TCP/IP);

использовании для представления и хранения информации WWW и SQL серверов;

использовании технологии “клиенты — серверы” с минимальными техническими требованиями к клиентской части;

поддержке распределенных БД.

Использование Internet/Intranet технологии при построении информационных систем специализированных и общего назначения в ближайшее время станет доминирующим в мировом информационном пространстве по следующим причинам:

достаточно простая для пользователя система поиска нужной информации;

минимальные требования как с технической стороны, так и со стороны программного обеспечения к рабочему месту клиента (клиент работает со стандартным программным обеспечением, и единственным требованием является поддержка работы стандартного WWW просмотрщика — браузера);

поддержка распределенной системы хранения информации и множественных методов ее хранения;

работа с практически неограниченным объемом разнородных данных (текст, графика, изображение, звук, видео, векторные карты и др.);

технологически простой способ администрирования информационных систем с одного рабочего места;

поддержка удаленных методов введения и редактирования информации.

Основной принцип построения информационных систем с использованием Intranet идеологии заключается в организации системы доступа к информации через WWW сервис Internet. Основным принципом, заложенным в Intranet технологию построения информационных систем, является разделение вычислительных ресурсов как между серверами, так и между сервером и клиентом. Реализация этого принципа основана на использовании HTTP-SQL интерфейса для формирования запросов пользователя на получение информации. Использование интерфейса обеспечивается установкой в сети HTTP-SQL сервера, который переводит HTTP запросы клиента к WWW серверу в SQL запросы к различным базам данных. Рассматриваемая технология позволяет удачно сочетать возможности гипертекстового оформления информации и использование современных СУБД. Причем со стороны клиента имеется возможность полностью унифицировать запросы как на поиск и представление информации, так и на получение аналитических справок из информационных систем. С другой стороны, данная технология позволяет использовать в сетевом режиме уже имеющиеся БД без дополнительных затрат на их унификацию и приведение к единому стандарту. Основные затраты здесь будут направлены только на соответствующие описания баз данных и запросов для HTTP-SQL сервера. Причем БД могут находиться на различных машинах, расположенных на произвольном расстоянии друг от друга. Применение данной технологии позволит решать весь спектр задач интегрированной информационной системы, включая удаленный ввод и редактирование данных.

В качестве примера использования предложенной технологии и организации HTTP-SQL интерфейса укажем информационную систему Сибирского отделения РАН, установленную на WWW сервере Отделения (<http://www-sbras.nsc.ru>), и WWW сервер Института вычислительных технологий (<http://www.ict.nsc.ru>), страницы которого полностью формируются из запросов к базе данных.

7. Геоинформационное обеспечение

Значительная часть информации, представленной в электронном атласе, имеет пространственную привязку. Необходимость интеграции, анализа и управления разнородной информацией, а также представление последней в виде тематических карт, схем, диаграмм и других документов делает использование геоинформационных систем привлекательным. В связи с этим одним из важнейших вопросов является геоинформационное обеспечение электронного атласа “Биоразнообразие растительного мира Сибири”.

Основная цель создания геоинформационной системы атласа — построение информационной системы, обеспечивающей выявление пространственных закономерностей поведе-

ния объектов биоразнообразия. В рамках создаваемого геоинформационного обеспечения решаются следующие основные задачи:

разработка и создание технологии ввода, хранения, анализа и представления разнородных данных;

разработка информационной структуры системы в целом и структуры отдельных баз данных, в частности;

разработка и создание системы геоинформационного моделирования для оценки состояния динамических характеристик объектов биоразнообразия и построения прогноза их развития;

разработка и создание технологии доступа к распределенным ресурсам электронного атласа с использованием технологий удаленного доступа, и в частности средств Internet.

Основой геоинформационной системы электронного атласа является картографическая база данных, которая состоит из цифровой картографической основы и различных цифровых карт, отражающих как тематическую нагрузку электронного атласа, так и пространственно-временные характеристики исследуемых объектов. Картографическая основа, в свою очередь, состоит из цифровых топографических карт различной детальности в известных картографических проекциях и системах координат.

Для используемой цифровой картографической основы можно выделить три уровня масштабных рядов, соответствующих традиционному пониманию картографирования тематических объектов при проведении ботанических, биологических и других исследований: крупный масштаб (1:25 000 – 1:100 000), средний масштаб (1:100 000 – 1:500 000) и мелкий масштаб (1:500 000 и мельче). Для каждого уровня определяются типы тематических объектов и дополнительная информация, которая будет гекодирована для данного масштабного ряда. Для крупного масштаба выполняется привязка точечной документированной информации (гербарные этикетки, геоботанические описания и другие точечные измерения), для среднего — привязка точечных измерений, а также генерализация актуальных и потенциальных ситуаций биоразнообразия (геоботанические карты среднего масштаба, карты экосистем, эколого-динамические карты ситуаций и т. п.), для мелкого — привязка обзорных карт ареалов таксонов, обзорных карт растительности и т. д.

Задачи первых двух уровней реализуются с использованием как картографической информации, так и информации ДДЗ (например аэрокосмических снимков) и результатов полевых геодезических измерений (например GPS-измерений).

С помощью разрабатываемой геоинформационной системы появляется возможность автоматизировать исследование различных характеристик объектов биоразнообразия, а также повысить уровень выполняемых научных исследований.

Список литературы

- [1] Шокин Ю. И., Федотов А. М. Электронная библиотека Сибирского отделения РАН (Проект). <http://www-sbras.nsc.ru/win/elbib/>
- [2] Электронный атлас “Биоразнообразие животного и растительного мира Сибири” (Проект). <http://www-sbras.nsc.ru/win/elbib/bio/>
- [3] Красноборов И. М., Баранов В. С., Нигматулин Р. С. Автоматизированная информационно-поисковая система для флористических исследований. *Бот. журн.*, №6, 1986.

- [4] КРАСИНСКИЙ В. А., АРТЕМОВ И. А. Ботаническая информационно-поисковая система “Флора” — опыт разработки и перспективы развития. В *“Автоматизированные библиотечно-информационные системы: Тез. докл. и сообщ.”* ГПНТБ СО АН СССР, Новосибирск, 1991, 93–95.
- [5] КРАСНОБОРОВ И. М., КРАСИНСКИЙ В. И., АРТЕМОВ И. А., НИКОЛАЕВ С. В. Создание ИПС для решения задач ботанической географии (1-й этап — АРМ “Флорист-1”). В *“Информационные системы в науке-95”*. Под ред. Ю. И. Журавлева, Л. А. Калининченко, Ю. Е. Хохлова. Фазис, М., 1995, 61–62.
- [6] КРАСНОБОРОВ И. М., КРАСИНСКИЙ В. И., АРТЕМОВ И. А. Ботанические компьютерные базы данных и анализ флористической информации. В *“Глобальный мониторинг и Убсунурская котловина: Тр. IV Междунар. симп. по результатам междунар. программы биосферного мониторинга “Эксперимент Убсу-Нур”*. Под ред. В. В. Бургровского. Интеллект, М., 1996, 81–87.
- [7] КРАСНИКОВ А. А. Таксономическая база данных “TARAXACUM”. В *“Компьютерные базы данных в ботанических исследованиях: Сб. науч. тр.”* БИН РАН, С-Петербург, 1997, 49–50.
- [8] КОРОЛЮК А. Ю. База данных ареалов растений. *Там же*, 39–40.
- [9] ПОТЕМКИН О. Н., ЕРМАКОВ Н. Б. Банк данных по биоразнообразию Сибири. В *“Информационный бюллетень Совета ботанических садов России и Отделения международного совета ботанических садов по охране растений”*. Вып. 8, М., 1988.
- [10] *Красная книга РСФСР. Растения*. Росагропромиздат, М., 1988.
- [11] *Красная книга Республики Алтай (растения): Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений*. ЦСБС СО РАН, Новосибирск, 1996.
- [12] *Красная книга Алтайского края. Растения*. Изд-во Алтайского ун-та, Барнаул, 1998.
- [13] *Зеленая книга Сибири: Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества*. Наука. Сибирская издательская фирма РАН, Новосибирск, 1996, 145–146.
- [14] ИГНАТОВ М. С., АФОНИНА О. М. Список мхов бывшего СССР. Arctoa 1 (1–2), Delphes Ltd, 1992.
- [15] *Флора Сибири*. Т. 1–13. Наука, Новосибирск, 1988–1998.
- [16] ЧЕРЕПАНОВ С. К. *Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР)*. Русское изд. Мир и семья, С-Петербург, 1995.
- [17] РЯБКО Б. Я., ХАРИТОНОВ А. Ю. Методы построения определительных таблиц, исправляющих ошибки. *Изв. СО АН СССР. Сер. биол.* Вып. 1, 1982, 27–32.
- [18] ШОКИН Ю. И., ФЕДОТОВ А. М. Информационные технологии Internet. *Вычислит. технологии*, 2, №3, 1997.