

МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ “ВОДА И ЭКОЛОГИЯ СИБИРИ”*

О. В. ЛОВЦКАЯ, И. Н. РОТАНОВА, И. А. СУТОРИХИН
Институт водных и экологических проблем, Барнаул, Россия
e-mail: lov@iwep.asu.ru, rotanova@iwep.asu.ru, sia@iwep.asu.ru

This paper presents an approach for construction of a geoinformation-analytical system (GIAS) consisting of the information and analytical blocks. The system addresses the interdisciplinary studies, which utilize spatial, problem and object oriented databases. The problem how to use geographical maps as a source of metadata and databases has been discussed within the information block of GIAS.

Введение. В условиях научно-технического прогресса формируются комплексные научные направления, интегрирующие достижения информационно емких наук: математического моделирования, картографии, геоинформатики, методов дистанционного зондирования, геоэкологии и географии и пр. Совершенствуется инструментарий геоинформационных технологий. Все более широкое распространение при решении разнообразных прикладных задач, в том числе в области наук о Земле, получают информационно-аналитические системы (ИАС), а также геоинформационно-аналитические системы (ГИАС). Возможности современных геоинформационных технологий по обработке и представлению разнородных, но географически связанных данных позволяют создавать интегрированные географические ИАС (ГИАС).

Актуальность проблемы. В условиях большого объема исходных данных с пространственной привязкой, необходимости в организации распределенного доступа к геоинформации, потребности в аналитических поисковых средствах возрастает актуальность проведения работ по проектированию интегрированных баз данных, формированию инфраструктуры пространственной информации. Распределенная информационно-аналитическая система является платформой для научно-исследовательского информационно-аналитического портала. Развитие концепций построения аналитических систем, совершенствование методов и средств цифровой обработки картографической информации предоставляют новые возможности для анализа больших объемов разноплановых данных во всех областях знаний.

*Работа выполнена при финансовой поддержке СО РАН (проект № 4.5.2.8 “Информационно-аналитическая система Вода и экология Сибири” и проект “Создание каталога метаданных для информационно-аналитической системы “Вода и экология Сибири” (Алтайский край, Республика Алтай, русская и английская версии”).

© Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, 2007.

Цели и задачи. Основные цели разработки ГИАС “Вода и экология Сибири” — это создание интегрированной распределенной информационно-аналитической системы для проведения междисциплинарных исследований с использованием проблемно- и предметно-ориентированных баз данных геоинформационной направленности, разработка новых методов и моделей, базирующихся на результатах натурных наблюдений и эмпирических данных, в том числе создание методов и технологий обработки данных дистанционного зондирования, развитие картографического моделирования, разработка методов интеграции междисциплинарных данных и результатов исследований, базирующихся на пространственных характеристиках и признаках, создание каталога метаданных распределенных геоинформационных ресурсов.

В рамках ГИАС решаются следующие основные задачи:

- систематизация, структурирование, интегрирование атрибутивной и картографической информации в виде многомерной распределенной системы;
- разработка быстрого и эффективного доступа и хранения космической информации в базах данных изображений;
- характеристика условий формирования подземных вод, физических и химических характеристик подземного стока, бактериологического состава подземных вод, водных свойств горных пород, физических и химических характеристик артезианских вод Сибири;
- анализ качества подземных и поверхностных вод, их пригодности для питьевого водоснабжения, характеристика источников и уровня загрязнения воды;
- оценка природного потенциала территории Сибири как ресурса природопользования, а также сложившейся хозяйственной структуры и специализации ее регионов;
- исследование экологически значимых характеристик, определение экологического статуса территории.

Постановка проблемы. Особое внимание, уделяемое вопросам интеграции результатов мультидисциплинарных исследований, позволяет определить основополагающие принципы построения, особенности и параметры иерархических региональных систем. С другой стороны, все построения базируются на анализе большого объема разнородного фактического материала и результатов аналитических исследований. В связи с этим работа имеет как научное, так и практическое значение.

Объекты и методы исследования. При создании ГИАС объединены усилия специалистов по гидрогеологии, географии, гидрологии, биологии, геохимии, химии и экологии, включая промышленную экологию, проводивших многолетние исследования на территории Сибири для создания единой базы данных естественно-научных информационных ресурсов, привлечены имеющиеся программные средства и ведущие специалисты в области физико-математических методов, программирования, дистанционного зондирования, картографии, информатики и геоинформатики для отработки методов интеграции междисциплинарных данных [1–9].

Территориально информационно-аналитическая система охватывает наиболее освоенный и “проблемный” регион юга Западной Сибири с возможностью информационного наполнения для всей территории Сибири.

Структурно проектируемая ГИАС представляет собой логическую модель, включающую базы данных, специальную программную поддержку и аналитический блок. Аналитическая часть ГИАС основывается на многомерной базе данных, содержащей предметно-ориентированную информацию. Информация извлекается из распределенного сетевого хранилища данных. Аналитический блок ГИАС включает методы, ал-

горитмы и программы, ориентированные на предметные области. В рамках системы рассматриваются две предметные области, имеющие условные названия “Вода” и “Гео”. Предметная область “Вода” включает разделы: гидрогеология (условия), гидрология (ресурсы) и экология (качество). Предметная область “Гео” включает разделы: условия (природный потенциал), ресурсы (характеристика), экология (качество) применительно к территориальным объектам.

Пространственно распределенная ГИАС имеет разные уровни интеграции: Сибирь, административная единица (регион), геосистема, речной бассейн.

Результаты и обсуждение. Разработан подход к интегрированию, согласованию и агрегированию разнородной картографической и атрибутивной информации в единое хранилище данных [10].

Автор концепции хранилищ данных (Data Warehouse) Б. Инмон под хранилищем данных понимает предметно-ориентированные, интегрированные, неизменяемые, поддерживающие хронологию наборы данных, организованные для целей поддержки управления [11].

В основе концепции хранилищ данных лежат две основополагающие идеи:

— интеграция в едином хранилище ранее разъединенных детализированных данных, представленных в виде исторических архивов, данных из локальных систем обработки данных, данных из внешних источников, их согласование и агрегация;

— разделение наборов данных, используемых для традиционной обработки и наборов данных, используемых для решения задач анализа.

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
 СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

БАЗА ДАННЫХ
Лаборатория гидрологии и геоинформатики

Карта водохозяйственного районирования Алтайского края 1:204 000

Карта водохозяйственного районирования бассейна Верхней Оби и бессточной области в пределах Алтайского края. Представляет собой разбиение территории рассматриваемого речного бассейна на водохозяйственные участки, для которых рассчитываются характеристики водного баланса. Эти участки соответствуют частным водосборам. Выбор начального и конечного створов участков определяется рядом факторов, в числе важнейших из которых нагрузка на поверхностные воды. Карта территории.

<p>Аннотация</p> <p>Код классификатора</p> <p>Ключевые слова</p> <p>Производители данных</p> <p>Первая публикация</p> <p>Носитель информации</p> <p>Дата создания данных</p> <p>Язык</p> <p>Формы разрешений на данные</p> <p>Авторы метаданных</p> <p>Вложенная ссылка</p> <p>Географическая привязка</p>	<p>1.4 - гидрология</p> <p>1.7 - антропогенные образования</p> <p>Алтайский край, ГИС, водохозяйственные</p> <p>Жоров В.А. 66 64 74</p> <p>Яковченко С.Г. 64 78 93</p> <p>Ловцкая О.В. 66 65 01</p> <p>Жоров В.А., Яковченко С.Г., Ловцкая О.В.</p> <p>водохозяйственных расчетов для решения задачи</p> <p>территория: Мастер. Междунар. конф. - Водох.</p> <p>файлы - слой ГИС ArcView под ArcEzrform</p> <p>2003</p> <p>русский</p> <p>открытый доступ, ссылка на авторов объекта</p> <p>Ловцкая О.В., Постнова И.С., Яковченко С.Г.</p> <p>Компьютеризация ГИС-проекта в формате H</p> <p>Алтайский край</p>
--	--

Карта водохозяйственного районирования Алтайского края 1:200 000




Рис. 1. Пример записи базы метаданных

Предполагается, что хранилище данных включает информацию из таких локальных баз данных, как:

- база гидрохимических данных;
- база гидрологических данных;
- база метеоданных;
- база данных элементного состава и микроструктуры атмосферного аэрозоля и связанного с ним загрязнения снежного покрова и поверхности почвы в наиболее экологически неблагополучных районах водосборных бассейнов сибирских рек;
- база данных таксономического состава, структуры и функциональных характеристик фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса, макрофитов, ихтиоценозов реки Оби;
- картографические цифровые базы данных для проведения ландшафтно-индикационных исследований и оценки водных ресурсов бассейнов рек Томи и Оби;
- серия компьютерных среднемасштабных карт водно-ресурсной и водно-экологической тематики;
- база данных космических снимков Института водных и экологических проблем СО РАН, содержащая изображения различных регионов Западной Сибири и др.

Для успешной реализации хранилища данных формируется база метаданных, прототипом которой является набор метаданных, созданных в рамках интеграционного проекта СО РАН № 124 “Геоинформационные ресурсы Алтайского экорегиона как основа для мониторинга, моделирования и прогнозирования динамики взаимодействия человек — окружающая среда” (рис. 1).

Разработан новый метод содержательного поиска естественных объектов в базе данных космических изображений высокого и сверхвысокого разрешения с использованием характеристик текстурного анализа [1, 12]. Определен подход к решению предметно-ориентированных задач в условиях недостаточной обеспеченности исходной информацией, основанный:

- на использовании единой атрибутивной и картографической базы данных;
- разработке методик комплексной оценки с привлечением дополнительной информации;
- картографическом моделировании предметной области. Подход реализован в водно-экологической (рис. 2) и эколого-климатической (рис. 3) предметных областях в качестве компонентов аналитических блоков “Вода” и “Гео” [7, 9].

В рамках информационного блока ГИАС рассмотрена задача использования географических карт как источников данных для формирования баз данных и базы метаданных.

В 1990-годы проделана значительная работа по преобразованию аналоговой информации общегеографических, топографических и ряда других тематических карт в цифровой (векторный) вид.

Картографические материалы, применяемые как организующий элемент информации в базах данных, имеют блочную структуру. Организация таких блоков может основываться на имеющейся системе классификации карт. Так, для общегеографических карт принято традиционное деление на топографические (масштаба 1 : 200 000 и крупнее), обзорно-топографические (от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000) и обзорные (мельче 1 : 1 000 000). Эти карты содержат разнообразные и упорядоченные сведения о рельефе, гидрографии, почвенно-растительном покрове, населенных пунктах, хозяйственных объектах, путях сообщения, линиях коммуникаций, границах. В совокупности с группой тематических карт (природы, экономики и экологии) они служат для двух целей: полу-

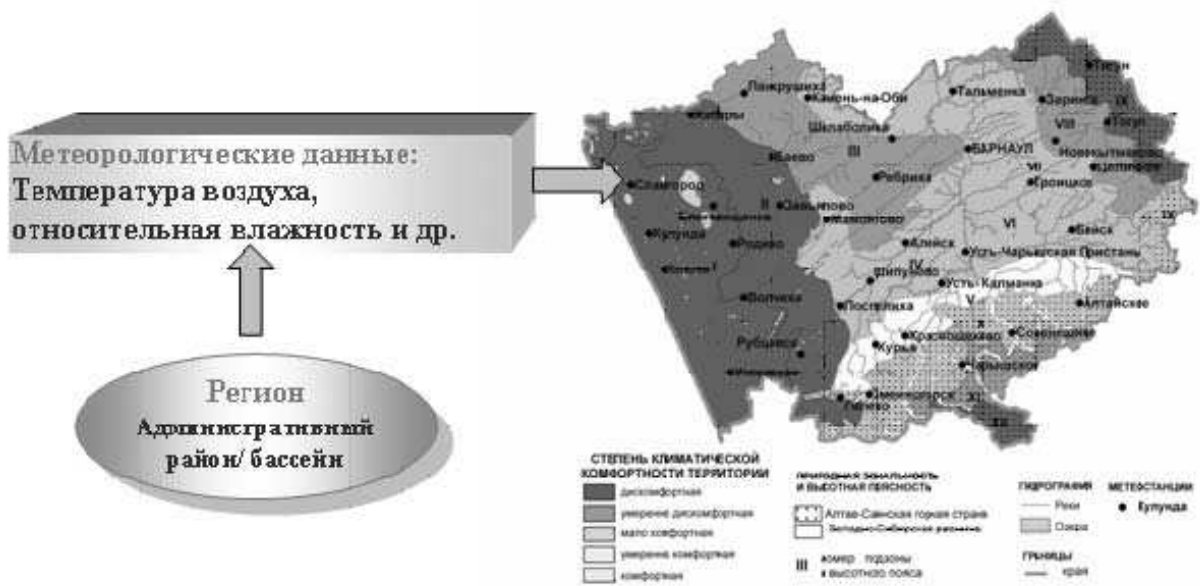


Рис. 2. Эколого-климатическая информационно-аналитическая система



Рис. 3. Водно-экологическая информационно-аналитическая система

чения информации об объектах местности и пространственной привязки тематических сведений.

К источникам информации можно отнести фото- и космофотокарты. Возможно выделение крупных блоков экологических карт: биоэкологических, антропоэкологических, социально-экологических, экономико-экологических, комплексных эколого-географических.

Сходные явления, информация о которых хранится в базе данных, определяются как типы объектов. Любая группа сходных явлений имеет одинаковую форму хранения и представления. Каждый тип объектов точно определен, что отвечает принципу структуризации базы данных. Классификация основных элементов базы данных основана на представлении пространственной размерности. Объекты-элементы базы данных хорошо отражают тип пространственной локализации реальных объектов.

При формировании структуры картографической информации в базе данных (базе метаданных) ее упорядочение ориентировано на покомпонентный подход к использованию данных об окружающей среде, хотя теоретически и методически более рационально рассматривать не отдельные компоненты, а единые природные образования. Это приводит к выделению на земной поверхности интегральных ареалов, реализующих это единство, и привязке к ним всей исходной информации. Такими ареалами могут быть ландшафты различного топологического уровня.

Применение картографических материалов при создании баз данных экологического содержания дает возможность преобразования информации, содержащейся в базах данных, к виду, пригодному для использования в математическом моделировании.

Для создания единой картографической модели топологического уровня юго-востока Западной Сибири разработаны подходы к ландшафтно-картографическому анализу, обеспечивающие сравнимость содержательной информации о ландшафтах, изученных с разной степенью полноты и детальности. Отработаны аспекты содержательного соответствия, синтетичности и информативности при разномасштабном картографическом моделировании (масштабы 1:500 000, 1:1 000 000, 1:2 500 000). Проведены типизация и генерализация ландшафтных карт Новосибирской, Омской, Кемеровской областей и Алтайского края для включения их в единую ландшафтную карту юго-востока Западной Сибири. Выполнен этап работ по созданию электронной версии ландшафтной карты в масштабе 1:1 000 000, включающей более 2500 ландшафтных контуров [13].

Заключение. Внедрение информационных методов в эколого-географические исследования, создание картографических и тематических баз данных, использование геоинформационных технологий, разработка географических информационно-аналитических систем способствуют расширению возможностей отражения, анализа, моделирования географических объектов, экологических процессов и явлений.

Список литературы

- [1] KONALEVSKAYA N., BOENKO K. Sharing Visual Knowledge in Environmental Information Systems // Proc. 31st Intern. Symp. on Remote Sensing of Environment Global Monitoring for Sustainability and Security. ICRSE, 2006. P. 658–662.
- [2] АРХИПОВА И.В., РОТАНОВА И.Н., ДРАЧЕНИН Д.Н. Анализ климатической комфортности Алтайского края для оценки риска здоровью населения // Ползуновский вест. 2006. № 2–1. С. 228–235.
- [3] BULATOV V.I., ROTANOVA I.N., CHERNYKH D.V. Landscape ecology and cartographical analysis of Natural salt complexes in the south west Siberia Basins of Lake Chany and Lake Kulundinskoye // Sabkha Ecosystems. Vol. III: West and Central Asia. UNESCO Regional Office in the Arab State of Gulf. Doha, Qatar. Dordrecht; Boston; L.: Kluwer Acad. Publ., 2005. P. 242–257.

- [4] ЖОРОВ В.А., ЖЕРЕЛИНА И.В., ЯКОВЧЕНКО С.Г. и др. Геоинформационное обеспечение гидрологических и водохозяйственных расчетов для экологических прогнозов // Сиб. эколог. журн. 2005. № 6. С. 1013–1023.
- [5] ЛОВЦКАЯ О.В., КИРСТА Ю.Б., КУЗНЕЦОВА О.П. Динамика агроэкономического потенциала России и США в условиях современного изменения климата: системный анализ и моделирование // Пробл. регион. экологии. 2005. № 4. С. 37–50.
- [6] ВЕДУХИНА В.Г., РОТАНОВА И.Н. Картографический анализ водно-экологических проблем Алтайского края в целях оптимизации водопользования и водоохранной деятельности // Ползуновский вест. 2005. № 4, ч. 2. С. 107–114.
- [7] АРХИПОВА И.В., ЛОВЦКАЯ О.В., РОТАНОВА И.Н. Медико-географическая оценка климатической комфортности на территории Алтайского края // Вычисл. технологии. 2005. Т. 10. Спецвыпуск. Ч. 1. С. 79–86.
- [8] ВЛАДЫКИНА А.В., РОТАНОВА И.Н. Геоинформационные технологии в картографировании эколого-экономического состояния территории // Ползуновский вест. 2006. № 4, ч. 2. С. 41–44.
- [9] ВЕДУХИНА В.Г. Картографическое моделирование водно-экологической обстановки бассейна реки Алей // Там же. С. 28–31.
- [10] ПЕТРОВ А.В., ЛОВЦКАЯ О.В., СУТОРИХИН И.А. Разработка и создание базы данных ИВЭП СО РАН // Измерения, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды / Под общей ред. Е.П. Гордова. Томск: Изд-во Том. ЦНТИ, 2006. С. 45–49.
- [11] КОНОЛЛИ Т., БРЕГ К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. М.: Изд. дом “Вильямс”, 2003. 1440 с.
- [12] БОЕНКО К.А., ЯКОВЧЕНКО С.Г. Анализ визуально-однородных образцов многоспектральной информации как один из подходов в современном цифровом картографировании // Измерения, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды / Под общей ред. Е.П. Гордова. Томск: Изд-во Том. ЦНТИ, 2006. С. 21–24.
- [13] ВИНОКУРОВ Ю.И., ЦИМБАЛЕЙ Ю.М. Региональная ландшафтная структура Сибири. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. 95 с.
- [14] ВИНОКУРОВ Ю.И., КРАСНОЯРОВА Б.А., ЦИМБАЛЕЙ Ю.М. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вест. 2005. № 4, ч. 2. С. 3–13.

Поступила в редакцию 4 декабря 2007 г.