

СЕКЦИЯ 1. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ КРАСНОЯРСКА

В.Ф. Щербенин, В.В. Шайдуров

Администрация города Красноярска,

Институт вычислительного моделирования СО РАН

Введение

В условиях стабилизации социально-экономического положения российского общества возрастает ответственность местных властей за перспективы развития города, растет межрегиональная и международная конкуренция, усиливается значимость социальных, экологических и демографических факторов в развитии территории. В этих условиях существенно актуализируется необходимость выбора оптимальной долгосрочной стратегии развития Красноярска.

По распоряжению администрации города Красноярска № 188-р от 07.04.2003 г. авторским коллективом специалистов научных организаций и вузов Красноярска с участием администрации города разработана концепция Программы социально-экономического развития Красноярска на период до 2010 года, а затем и ее проект.

При формировании проекта Программы авторы исходили из следующих положений.

– В качестве исходной целевой установки деятельности всех структур власти на территории города должна быть избрана главная цель – стабильное повышение качества жизни городского населения (поддержание и улучшение среды обитания, здоровья жителей, рост уровня жизни, доходов и благосостояния).

– Основные задачи управления в сфере экономики заключаются в улучшении конкурентных возможностей Красноярска на основе мобилизации имеющегося культурного, политического, научно-технологического, производственного и финансового потенциала города, расширения и укрепления деловых связей с внешними и внутренними партнерами, создания системы стратегического планирования городского развития и системы мониторинга результатов этого развития.

– Основные задачи муниципального управления городской системой жизнеобеспечения состоят в повышении доходной части бюджета за счет рационализации системы управления земельно-имущественным комплексом и сокращения непроизводительных расходов на поддержание городского хозяйства, улучшение качества городской среды и оптимизацию работы социальной сферы.

Программа социально-экономического развития города должна отвечать потребностям новых объективных процессов, происходящих как на местном, так и на национальном и глобальном уровнях. Понятно, что будущее города зависит, прежде всего, от генеральных приоритетов в развитии российской экономики. Красноярск существенно выиграет, если политическим руководством России в качестве парадигмы ее экономического развития в ближайшие десятилетия будет избрана ориентация не на сырьевую экономику, а, как во многих постиндустриальных странах, – на экономику с наукоемкими технологическими укладами.

Развитие Красноярска как центра информационных технологий

Одной из характерных особенностей развития мирового сообщества в настоящее время является интенсивная информатизация всех сфер человеческой деятельности. По

оценкам международных экспертов около 45% прироста рабочих мест в настоящее время приходится на информационные и телекоммуникационные технологии. Футурологи называют грядущее столетие веком информационного общества. Основным капиталом в ближайшие годы становится не природно-ресурсный потенциал страны и даже не финансы, а интеллектуальный потенциал, в том числе, информационный и коммуникационный. Страны, лишенные “капитала” этого типа будут отставать и превращаться либо в сырьевые колонии и придатки других стран, либо в “экологически грязные” промышленные цеха мировой экономики.

Вместе с тем информация становится все более дорогостоящим ресурсом, определяющим эффективное функционирование мирового хозяйства. Она уже стала товаром, а рынок информации и информационных технологий сегодня стал одним из наиболее динамичных. Несмотря на определенные успехи в области телекоммуникаций, существующая информационная инфраструктура Красноярска, уровень её системотехнического развития не отвечает ни по объему, ни по качеству услуг современным экономическим требованиям. При всеобщем понимании стратегической важности создания современной информационной инфраструктуры для Красноярска, эта задача не имеет должного приоритета и соответственного развития. В Красноярске нет службы, координирующей работу в этом направлении, что в будущем может привести ко многим проблемам. Сохранение существующих сейчас темпов вялого, неуправляемого процесса информатизации органов власти может отрицательно сказаться на положении Красноярска как делового центра региона.

Для успешного экономического и социального развития Красноярска необходимо создать современные информационно-вычислительные сети, распределенные базы данных, а также модернизировать морально и физически устаревшие телекоммуникационные системы. При решении этих проблем важно выбрать оптимальный путь развития телекоммуникаций и информатизации в Красноярске и найти механизм фокусирования в выбранном направлении интересов предприятий различных форм собственности, муниципалитета и инвесторов.

Поскольку информатизация города – это не только развитие сетей связи, информационных систем для мэрии и администраций районов, но и создание, модернизация региональных, городских и районных информационно-аналитических центров разного назначения, то требуется комплексная городская программа по формированию единого информационного пространства. Особо сложной задачей в этой программе, слабо поддерживаемой сегодня финансовыми ресурсами, по-видимому, будет разработка информационных комплексов управления городом, предусматривающих создание имитационных моделей социального, промышленного, финансового и других направлений развития города. Следствием недостаточного развития таких моделей и сетевых компьютерных методов обработки и анализа оперативной информации оказывается невысокий уровень систем управления региональными процессами и объектами.

Формирование современных проектов глобальной информатизации системы управления городом связано с техническими разработками, которые могут исполнить многие красноярские организации, обладающие соответствующим опытом и потенциалом. Финансовое обеспечение логично принять на себя открытым акционерным обществам “Красноярская городская телефонная сеть” и “Сибирьтелеком”. Учитывая значимость проблем информатизации, представляется целесообразным создать внебюджетный фонд проведения научных и предпроектных исследований по развитию технологий связи и систем информатизации в городе, а при администрации города иметь организацию, способную квалифицированно и ответственно руководить процессами информатизации, координировать деятельность предприятий и фирм, работающих в этих направлениях. Имея такую организацию, деятельность которой строится на основе современных ин-

формационных технологий, муниципальная власть сможет повысить эффективность системы управления и существенно снизить затраты на подготовку управленческих решений.

Наличие в Красноярске необходимых специалистов по информатике и информационным технологиям, интенсивный рост их профессионального уровня, множество разработок, выполняемых по заказам не только красноярских организаций, дают основание судить о возможности города занять достойное место в информационном мире.

Подпрограмма информатизации города Красноярска

Программа социально-экономического развития города Красноярска – это программа Администрации города, в достижении целей которой заинтересовано большинство населения. Ее мероприятия направлены на создание условий и механизмов, обеспечивающих взаимовыгодное сотрудничество субъектов деловой и хозяйственной активности, действующих на территории города в интересах его развития. Подпрограмма информатизации должна состоять из трех согласованных разделов.

1. Развитие информационной инфраструктуры муниципальной системы управления и городского хозяйства.

2. Развитие отрасли информационно-коммуникационных технологий и сферы информационных и телекоммуникационных услуг и электронного бизнеса.

3. Развитие институциональных, экономических, правовых и организационных условий, обеспечивающих повышение социально-экономической эффективности процессов информатизации Красноярска.

Мероприятия первого раздела нацелены на повышение эффективности муниципального управления.

Основная задача состоит в переходе от традиционных к информационным технологиям управления городом. Она включает следующие подзадачи:

- проектирование информационной инфраструктуры и создание организационных и нормативно-правовых условий ее функционирования;
- кадастровый и реестровый учет ресурсов и объектов управления;
- автоматизация процессов управления объектами и ресурсами;
- процедуры и средства межведомственного информационного обмена;
- автоматизированный анализ социально-экономической ситуации и текущего состояния городского хозяйства на основании сведений отраслевых баз данных;
- система информационной безопасности.

В качестве контролируемых результатов можно использовать:

- повышение качества муниципальных информационных ресурсов и систем;
- повышение доходов муниципального бюджета от управления землей и недвижимостью;
- сокращение непроизводительных затрат бюджета в городском хозяйстве;
- оптимизация работы с населением в системе жизнеобеспечения и социальной сфере.

В настоящий момент сложились *следующие условия* в сфере муниципальной информатизации:

- материально-техническое обеспечение и уровень подготовки персонала находятся на уровне средних по России;

– имеются некоторые решения для автоматизированных систем муниципального управления на уровне лучших в России, но в целом качество информационных ресурсов низкое, информационное взаимодействие муниципальных структур практически отсутствует, информационные услуги населению не развиты;

– принятые программы и проекты информатизации, как правило, затягиваются и между собой не скоординированы;

– имеются высокий потенциал отрасли информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и заделы, позволяющие в короткие сроки и с высоким качеством реализовать проект информатизации практически любой сложности.

Основные проблемы на пути информатизации состоят в следующем:

– наличие устойчивых ведомственных барьеров и, как следствие, дублирование сбора информации и расходов бюджетных средств на создание одних и тех же информационных ресурсов, средств обработки и обмена ими;

– краевая и муниципальная законодательная и нормативная правовая база информатизации практически отсутствует;

– аппаратно-программное обеспечение информационных систем и сетей поступает от различных разработчиков и производителей, и как следствие, не имеет унифицированной технологической основы, не согласовано по форматам обмена данными, не имеет единых классификаторов и фактически не готово для интеграции и совместного использования;

– общий уровень квалификации муниципальных пользователей средствами ИКТ не соответствует современным требованиям.

В качестве приоритетных предлагаются следующие направления работ:

– разработка и внедрение автоматизированной системы управления бюджетным процессом Красноярска по казначейской системе исполнения бюджетов;

– развитие информационных систем Единого муниципального кадастра и «единого окна»;

– развитие информационных систем социальной сферы, работы с населением (автоматизированные системы адресной социальной помощи, ЖКХ, здравоохранения, образования, экологии и регулирования природопользования, структуры МВД, МЧС и др.);

– подготовка персонала к работе с современными информационными технологиями;

– нормативно-правовое и документационное обеспечение управления;

– информационная связь с населением.

Для обеспечения начала и развития этой деятельности решением администрации должны быть определены:

– субъект, ответственный за развитие информационной инфраструктуры муниципального управления и создание единого муниципального информационного пространства (либо оргструктура Администрации, либо на переходный период специально созданная и уполномоченная структура в одной из организаций города в отрасли ИКТ);

– орган, координирующий выполнение работ по муниципальной информатизации;

– научный руководитель работ по информатизации;

– головная организация, осуществляющая научно-методическое сопровождение;

– финансирование подпрограммы из городского бюджета отдельной строкой;

– поставщики технических средств и подрядчики на выполнение работ (на основе конкурсного отбора).

Мероприятия второго раздела нацелены на развитие в городе конкурентоспособной на внешних и внутренних рынках отрасли информационно-коммуникационных технологий.

Основные задачи этого раздела состоят в следующем:

- расширение доходной базы муниципального бюджета,
 - развитие сферы информационных и телекоммуникационных услуг населению,
 - переход преимущественно на высокоскоростные информационные коммуникации, электронную форму покупок и платежных средств,
 - выход предприятий города на российские и мировые рынки высоких технологий.
- Обстановка характеризуется следующими условиями.

В краевой отрасли информационно-коммуникационных технологий работает 4 научные школы и более 500 крупных, средних и малых предприятий по разработке, проектированию, серийному производству, монтажу, разработке программного обеспечения и предоставлению информационных услуг. Основная часть предприятий отрасли сосредоточена в Красноярске. Научно-технический, конструкторский и производственный потенциал отрасли ИКТ скоординирован в единую технологическую цепочку, обеспечивающую в настоящее время серийное производство космических и наземных аппаратно-программных средств ИКТ на уровне международных требований.

Система подготовки кадров и кадровый потенциал отрасли позволяют реализовать практические любые проекты информатизации, в том числе и с международным участием.

Но имеется ряд проблем. При наличии высокого научно-технического и интеллектуального потенциала в сфере производства товаров, работ и услуг отрасли ИКТ особенностью является низкий уровень использования этого потенциала для нужд экономики и населения Красноярска.

Процессы информатизации в Красноярске развиваются стихийно, имеют ярко выраженный ведомственный характер. Отраслевая структура конкуренции на рынке услуг связи и передачи данных относится к типу «чистая монополия», и лишь 2-3 процента рыночного пространства – «олигополия». Слабо развита рыночная инфраструктура наукоемких предприятий малого бизнеса, не хватает инвестиционных и оборотных средств, мала доля услуг и продаж на международных рынках, велика отрицательная роль органов власти всех уровней.

В качестве приоритетных направлений работ предлагается:

- разработка стратегии развития отрасли ИКТ до 2010 года;
- развитие высокоскоростных телекоммуникаций, структурированных кабельных сетей и сферы информационных услуг населению;
- развитие современных информационных технологий и повышение профессиональной подготовки кадров;
- развитие малых предприятий заказного программирования и сферы электронного бизнеса;
- развитие системы электронных платежей и платежных средств.

Мероприятия второго раздела – это совместные проекты субъектов деловой активности и администрации Красноярска, поэтому решением администрации рекомендуется создать:

- Совет по реализации инициативных программ и проектов информатизации Красноярска (формируется из числа руководителей отрасли ИКТ);
- рабочую группу по разработке стратегии развития отрасли ИКТ до 2010 года (из числа системных аналитиков предприятий отрасли ИКТ и муниципального управления);
- систему материально-технического обеспечения мероприятий раздела с использованием ресурсов структур бизнеса, участвующих в реализации проектов, и бюджета города.

Мероприятия третьего раздела нацелены на создание условий, обеспечивающих:

- интеграцию Красноярска в федеральную и региональную информационную инфраструктуру органов власти и в соответствующие программы и проекты информатизации;
- повышение конкурентоспособности предприятий отрасли ИКТ на внутренних и международных рынках высоких технологий.

Основные задачи раздела включают:

- создание экономических, правовых и организационных механизмов, обеспечивающих социально-экономическую эффективность процессов информатизации;
- создание системы информационно-аналитического обеспечения программы социально-экономического развития Красноярска;
- разработка системы приоритетов, показателей и критериев информатизации Красноярска.

Текущие условия косвенно характеризуются следующими показателями.

По результатам оценки рейтингового агентства Эксперт-РА с использованием данных 2001-2002 гг. Красноярску присвоен 60 ранг среди 108 сравниваемых городов РФ (рейтинговый класс С+ – это низкий уровень условий ведения бизнеса и высокий уровень деловой активности). При этом по отдельным составляющим результаты сравнения таковы: уровень развития институтов рыночной экономики (11 ранг); уровень инвестиционной активности (30 ранг); уровень развития бизнес-инфраструктуры (58 ранг); уровень обеспеченности связью (70 ранг); уровень законодательных условий предпринимательской деятельности (79 ранг).

Мероприятия третьего раздела – это мероприятия администрации и совместные проекты с субъектами деловой активности Красноярска. Поэтому решением Главы города должно быть определено должностное лицо, ответственное за информатизацию Красноярска в ранге не ниже заместителя Главы города. Основные задачи раздела решаются организационными структурами, ответственными за реализацию программы социально-экономического развития города в целом.

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ КАДАСТР ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ (ТККПР) – ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОСНОВА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А.В. Колчин, В. А. Грищенко, В.Г. Сибгатулин

*Управление природных ресурсов администрации Красноярского края,
КНИИГиМС г. Красноярск*

Устойчивое социально-экономическое развитие красноярского края, изначально, сейчас и в будущем определяется богатым природо-ресурсным потенциалом. Существующие пропорции наполнения ВВП РФ и ВРП края – 50 % от реализации ресурсов, 25% от реализации продукции низшего предела ресурсов и только 25 % от завершенной продукции (в т.ч. Высокотехнологичных производств) – сохранятся в ближайшем будущем. Это подтверждают экспертные заключения ведущих российских и зарубежных экономистов:

- развитие экономики России и края в ближайшие **30-50** лет будет проходить прежде всего за **счет эксплуатации природных ресурсов**;
- освоение природных ресурсов будет **единственно** возможным условием для привлечения крупномасштабных инвестиций;
- сбалансированное природопользование – основной фактора устойчивого развития региона – возможно только на основе **разграничения полномочий** субъектов федерации с учетом региональных особенностей и потребностей и т.д.

В области управления природными ресурсами исторически сложилась узковедомственная специализация в виде федеральных министерств и комитетов, хотя в последние годы наметились тенденции к их сокращению. Единая с точки зрения среды обитания и производственно-хозяйственной деятельности человека взаимоувязанная природно-экологическая система искусственно расчленена на уровне системы управления. По своему образу и подобию федеральные органы выстроили и свои территориальные органы управления. На обоих уровнях отсутствует системный подход по **комплексному учету** природных ресурсов, их кадастровой (экономической) оценке (за исключением земельного кадастра), моделированию социально-экономических последствий различных вариантов освоения и воспроизводства природных ресурсов. Действующие отраслевые узкоспециализированные крупномасштабные информационные системы носят характер статистической отчетности. При этом равноправный субъект федерации – регион, практически отстраненный от системы управления природопользованием, не имея собственного информационно-аналитического обеспечения, существенно обедняет свои управленческие возможности и не может эффективно отстаивать интересы населения.

Существующая природно-ресурсная политика (отсутствие экономически обоснованных принципов разделения прав собственности на природные ресурсы, передача **основных** региональных ресурсов в процессе приватизации в частные руки, что при отсутствии **эффективной налоговой системы и транспортно - энергетической тарифной** политики – лишают край и местные органы власти средств) в России исчерпала себя и не позволяет в принципе повысить доходность бюджетов от прямого использования природных ресурсов. В результате прямой социально-экономический эффект в виде доходной части бюджета края составляет не более 7%. В природно-ресурсных странах (Канада, Австралия и т.д.) Этот показатель в 3-4 раза больше, соответственно социально-экономические последствия в виде качества жизни населения этих стран существенно выше, чем в красноярском крае (8-10 место в РФ и 90-100 в мире). Природно-ресурсная **рента**, которая должна стать основой социально-экономического возрождения страны, фактически исчезает для общественного потребления. Выход из сложившегося противо-

речия может быть найден, прежде всего за счет *перераспределения рентного дохода*, образующегося на крупных промышленных предприятиях - монополистах при эксплуатации ценных природных ресурсов *путем изменения налогового законодательства*.

Спецификой Красноярского края является то, что физически огромные запасы природных ресурсов (по отдельным видам составляют 10-90 % от российских) в **70-80%** случаев *экономически неактивны* из - за:

- высоких транзакционных издержек (транспортировка сырья до внешних и внутренних рынков, расходы на рабочую силу, высокие энергетические тарифы и т.д.);
- инвестиционных рисков (не комплексный подход в использовании ресурсов, законодательный вакуум и т.д.);
- несовершенных правил экономических взаимоотношений (преобладание монополий и монополий и, как результат, необоснованность тарифной и ценовой политики);
- высокого уровня теневых экономических отношений (от 30 до 50%) в области природопользования (особенно в лесной отрасли).

В такой сложной социально-экономической ситуации для принятия эффективных управленческих решений на уровне субъекта федерации, *в информационно-аналитическом плане*, определяющее значение приобретают кадастровый учет (структура показателей по основным видам ресурсов достаточно хорошо разработана в предшествующий период), экономическая оценка ресурса, разработка показателей и экономико - математических моделей анализа развития территорий на *принципах устойчивого развития* (Рио - 92: «... – стабильное обеспечение *высокого уровня жизни настоящего*, не подвергая риску *способность будущих поколений* удовлетворять свои потребности, – *устойчивое равновесие между потреблением, населением и технологиями*, как способ борьбы с *бедностью и разрушением окружающей среды...*»). Для решения задач такого класса и предназначена информационно-аналитическая система (иас) «кадастр», разрабатываемая при поддержке администрации в КНИИГиМС с 1999 года.

В содержательном плане решение проблемы лежит в сфере экономического понятия *кадастр*, что означает – *«опись (реестр) и экономическая оценка объектов подлежащих налогообложению»*. В более широком и современном понимании ТККПР обозначает комплексную характеристику того или иного объекта или процесса, его экономическую оценку, регистрацию и привязку к местности с целью оперативного получения полных и точных сведений о территории и находящихся на ней объектах для рационального хозяйственного использования и планирования развития территории.

В технологическом аспекте, концепция ТККПР (рис.1) базируется на использовании комплекса современных информационных технологий (цифровые БД, ГИС-технологии, экономико-математическое моделирование, Интернет - технологии и высокоскоростные телекоммуникации), анализе большого, разномасштабного объема фактографической и картографической официальной статистической и нестатистической информации, данных государственных отраслевых кадастров (земельного, лесного, водного, месторождений полезных ископаемых, животного мира и др.), экологического мониторинга, материалов дистанционного зондирования и других сведений, характеризующих состояние окружающей среды.

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ КАДАСТР ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ (ТКК ПР)



НАЗНАЧЕНИЕ: Система информационно-аналитического обеспечения и моделирования социально-экономических и экологических последствий управления природными ресурсами края

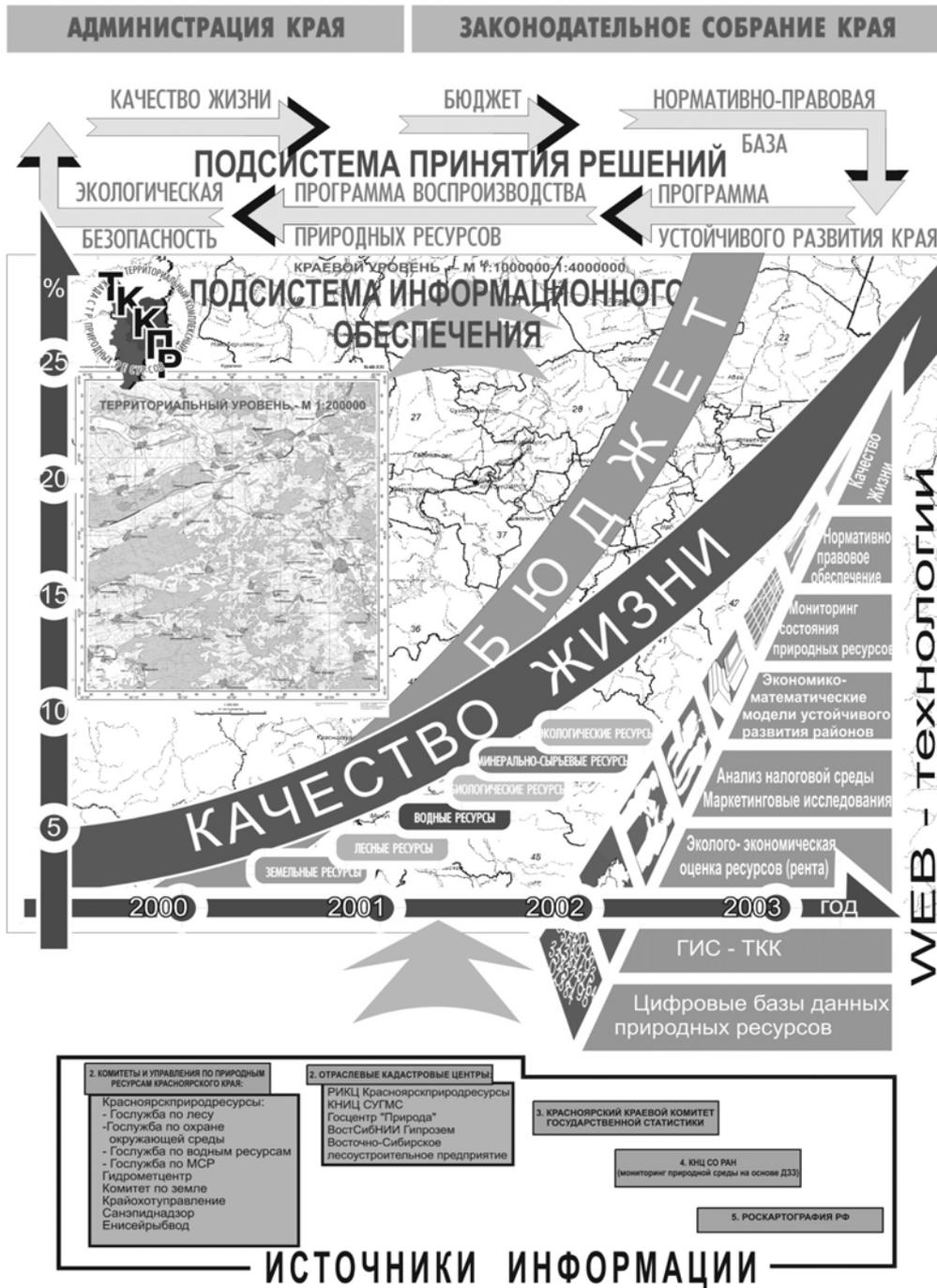


Рис.1. Схема функционирования ТККПР Красноярского края

В результате обобщения и анализа вырабатывается набор новых синтетических информационных продуктов, программ и рекомендации о пространственном, количественном и качественном состоянии 12 основных природных ресурсов (в т.ч. социума), дается

прогноз последствий природопользования. Обобщение информации определено, в соответствии с системой административных органов управления, для двух уровней: краевого – М 1:1 000 000 (ввиду огромных размеров региона ~724 тыс. км²); районного – М 1:200 000 (43 района), что является несекретным и доступным в открытых информационных сетях и относится к среднему масштабу (масштабы 1: 50 000-1:5000 можно использовать только в виде схем и планов, что значительно обедняет их возможности). Этим достигается **необходимая** оперативность, комплексность и широта охвата информацией объекта управления, **достаточная** для принятия рациональных решений. В качестве количественных критериев эффективности управления выступают индикаторы качества жизни и наполняемость краевого и местных бюджетов.

На основании вышеизложенной концепции был подготовлен проект, и его реализация в течение 1999-2002 гг. привела к созданию первой очереди ИАС «Кадастр», которая включает в себя:

1. Информационные технологии. Система функционирует на базе WEB-технологий (MS Windows 2000 AS, MS IIS 5.0, MS SQL Server 2000, Delphi 5.0 CS, IBM DB2 с OS Linux), ГИС-технологий (ARCGIS, ARCIMS) и высокоскоростных телекоммуникаций (выделенные каналы для корпоративной информации и Интернет для общедоступной), работающих в режиме реального времени – 2 Мгб/сек. В систему включены: Администрация края, ГУРЭП, ГУПР, ГЦ «Природа», КНЦ, МЧС, КНИИ-ГиМС и др. (рис.2) .

2. Информационные ресурсы. В комплексном кадастре разработаны следующие блоки и разделы кадастровой информации (более 1000 показателей) по 2 уровням ее обобщения (наполнение составляет по крайевому уровню составляет - 80-90%, районному уровню -10-70%):

2.1. Правовой блок:

- границы субъектов природопользования,
- формы собственности на природные ресурсы,
- нормативно-правовое обеспечение (постановления, законы края и т.д.).

2.2. Ресурсный блок:

- земельные ресурсы (~32 параметра ГЗК);
- лесные и иные растительные ресурсы (лесной кадастр содержит поквартальные сведения о древесных, экологических, экономических и иных количественных и качественных характеристиках лесного фонда ~ 54 параметра);
- особо охраняемые природные территории (ООПТ ~ 38 параметров);
- минерально-сырьевые (БД «ГКМ» – 65 параметров, БД «МПИ»-28, БД «Разрабатываемые МПИ»- 46);
- водные ресурсы (поверхностный и подземный ГВК, водопользование ~ 400 параметров);
- биоресурсы (промысловые вод и суши ~ 75 параметров);
- климатические ресурсы (~18 параметров);
- рекреационные ресурсы (~34 параметра);
- экологические ресурсы (источники и виды антропогенной нагрузки на природную среду, негативные процессы и явления, антропогенная нарушенность и экологическое состояние природной среды, экологические ограничения природопользования, динамика изменения окружающей среды ~ 100 параметров);
- картографические ресурсы (М 1:1 000 000, 1:200 000 в формате ARCMAP ~ 309 проектов);
- социальные ресурсы (~50 параметров).

В системе хранится достаточно большой объем неструктурированной информации, что характерно для открытых развивающихся систем такого класса.



Рис.2. Главная страница Web-сайта ИАС «Кадастр»

3. Средства обеспечения.

3.1. Аналитическое обеспечение:

- модель рентной оценки стоимости ресурсов (МСР, Лес, Вода, Экология);
- модель «индикаторов» для проведения мониторинга «качества жизни» населения территорий (методики ООН, КНИИГиМС);
- экономико-математическая модель устойчивого природопользования (в разрезе административных районов)*;
- модель экономической оценки лесных ресурсов по минимальным ставкам;
- модель для оценки затрат и рисков природных систем при прокладке нефтепроводов и поиска оптимального маршрута;
- метод количественных оценок воздействий на окружающую среду по материалам ДЗЗ-ГИС;
- метод пространственного запроса по комплексному природопользованию*.

3.2. Математическое обеспечение:

- методы математической статистики;

– методика имитационного моделирования.

3.3. Информационно-технологическое обеспечение:

- маркетинговые исследования рынков сырья;
- анализ налоговой среды*;
- мониторинг за отходами*;
- мониторинг за радиационной безопасностью*;
- мониторинг за сейсмологической безопасностью;
- технологический комплекс анализа данных ДЗЗ для дистанционного мониторинга за состоянием природных ресурсов и решением прикладных задач природопользования («ERDAS – канал связи – приемная антенна»).

3.4. Техническое обеспечение – сервер БД (COMPAQ Proliant DL 590/64 с 4 процессорной группой, Ram 4Гб, HDD – 144Гб с роботизированной библиотекой COMPAQ StorageWorks2020 на 1Тб), Интернет-сервер Intel RM 2500; картографический сервер на базе PC P4; PC класса P 2-4 с мониторами 17-21”, вводные и выводные устройства формата А4-А0; средства телекоммуникации (маршрутизаторы, модемы и т.д.).

3.5. Нормативно-правовое обеспечение. Подготовка нормативно – правовых актов природопользования края.

3.6. Организационное обеспечение – Координационный совет при Администрации края, Территориальный кадастровый центр, договора о «Сотрудничестве...» с соисполнителями.

4. Оценочно-рекомендательный блок. На основании анализа всех материалов, прогнозных и экспертных оценок разрабатываются рекомендации по социально-экономическому развитию административного района. В них дается: оценка и прогноз рентабельности природных ресурсов региона, пути перехода к институциональным методам регулирования использования природных ресурсов, создания условий налоговой прозрачности, уменьшения транзакционных издержек при использовании природных ресурсов и, в результате, рост качества жизни населения края за счет использования прибыли от эксплуатации природных ресурсов, мультипликативных эффектов инвестиций в природные ресурсы и уменьшения относительных и абсолютных объемов теневой экономики. В 2001-2002 годы подобные рекомендации были разработаны для 3 районов края и представлены в районные администрации.

ИАС «Кадастр», в содержательном и технологическом плане, постоянно находится в развитии. Это происходит как вследствие адаптации к новым требованиям практики управления процессом природопользования (выполнение краткосрочных и долгосрочных прогнозов развития территорий в условиях социально-экономической нестабильности), так и к уровню оперативности (от нескольких часов до первых дней) выполнения запросов различной сложности. Эффективность работы системы во многом определяется устойчивостью финансирования и активностью обратной связи с системой управления, что, к сожалению, не всегда адекватно сложности решаемых задач.

Разработанная концепция ТККПР представляет собой технологию создания объективной «*базы знаний*» о состоянии природных ресурсов и социально-экономических последствиях природопользования. Она необходима в *оперативном* режиме *управленческим* структурам природоресурсных регионов с разумной *программой действия* для реализации главной цели – *устойчивого повышения качества жизни* населения.

КРАЕВАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА И ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧЕТА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ»

Ю.А. Марченко, М.Ф. Зуевский, В.А. Пушкарев

*Красноярский краевой комитет по управлению государственным имуществом,
Комитет по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю,
ООО ТОРИНС, г. Красноярск*

Введение

В 2003 году принят закон Красноярского края «О краевой целевой программе «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости на территории Красноярского края на 2003-2007 годы». Начаты работы по реализации программных мероприятий, нацеленных на создание краевой информационной инфраструктуры государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости, а также решение задач информационного обеспечения управления недвижимостью, реформирования и регулирования земельных и имущественных отношений на территории Красноярского края. В этом году приоритет отдается мероприятиям, закладывающим информационные и программно-технологические основы развития автоматизированной системы и позволяющим получить дополнительный доход в бюджет края.

Цели создания и назначение системы

В 2002 году завершена реализация Краевой целевой программы «Развитие земельной реформы в Красноярском крае на 2000 – 2002 годы». Одна из основных ее задач – разработка и развертывание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра (далее АС ГЗК), обеспечивающей на всей территории Красноярского края реализацию государственной политики в области эффективного и рационального использования земель.

Выполнение программных мероприятий способствовало широкомасштабному развертыванию кадастрового учета земельных участков, определению их правового статуса, обеспечению регистрации прав на земельные участки как недвижимое имущество и сделок с ними, с целью защиты прав собственности граждан и юридических лиц на землю. Данные государственного земельного кадастра стали активно использоваться в развитии гражданского оборота земель, становлении рынка земли и недвижимости. Кадастровый учет земельных участков, выявление их правообладателей, регулярный учет плательщиков земельного налога и арендной платы и представление этих данных в налоговые инспекции способствовали упрочению принципа платности землепользования и обеспечили устойчивый рост сбора земельных платежей в бюджеты всех уровней.

По сведениям Управления федерального казначейства по Красноярскому краю, по состоянию на 1 октября текущего года в качестве арендной платы за земли городов и поселков края поступило 696,2 млн. руб. (из них в краевой бюджет – 345,5 млн. руб., что в 2,5 раза больше, чем за аналогичный период прошлого года). Несмотря на это, на территории Красноярского края сохраняется неблагоприятная обстановка по взысканию задолженности по арендным платежам за землю. По состоянию на 1 сентября сумма задолженности, возможная к взысканию в краевой бюджет, составляет свыше 100 млн. руб.

По причинам незавершенности инвентаризации земель и их кадастровой оценки не решены задачи социально-справедливого и экономически обоснованного налогообложения недвижимости, разграничения земель государственной формы собственности и передачи земель в собственность муниципальных образований, далеки от совершенства механизм управления рынком недвижимости со стороны государства и система управле-

ния ресурсами недвижимого имущества государственной формы собственности. Одной из главных проблем остается реальное обеспечение защиты конституционных прав собственников и обладателей иных прав на объекты недвижимости.

Сложившаяся ситуация с недвижимостью препятствует динамичному переходу прав собственности на землю и иную недвижимость к эффективно хозяйствующим субъектам, тем самым тормозя процессы структурной перестройки экономики; не позволяет эффективно использовать землю и иную недвижимость в качестве средства обеспечения финансовых кредитов, вызывая проблемы в использовании недвижимости как полноценного актива; не обеспечивает необходимых условий для вложений капитала в недвижимость и ее развитие, значительно снижая тем самым инвестиционный потенциал страны. Правительством Российской Федерации и Администрацией Красноярского края предусмотрены определенные мероприятия, реализация которых должна обеспечить одно из необходимых условий устойчивого развития экономики – вовлечения земли и недвижимости в хозяйственный оборот. Одной из главных задач в совершенствовании политики в сфере недвижимости является обеспечение единого государственного учета недвижимого имущества на базе государственного земельного кадастра.

Автоматизированная система государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости в Красноярском крае будет формироваться путем развития уже действующих систем Государственного земельного кадастра, регистрации прав собственности, технической инвентаризации, на базе уже существующих программно-технических элементов и создании новых – обеспечивающих, прежде всего задачи управления краевой собственностью. К основным задачам пятилетней программы относятся задачи:

- обеспечение формирования сведений об объектах недвижимости как объектах оборота и налогообложения в рамках единого государственного информационного ресурса;

- создание автоматизированных баз данных о земельных участках и прочно связанных с ними объектах недвижимого имущества, осуществление подготовки и ввода актуальной информации по результатам инвентаризации, землеустройства и межевания, а также государственного кадастрового учета указанных объектов;

- проведение разграничения государственной собственности на землю Российской Федерации, субъектов РФ и муниципальных образований и ввод информации в автоматизированные базы данных;

- создание системы электронного обмена сведениями между органами (организациями) по формированию, кадастровому учету, технической инвентаризации, оценке, регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, налоговыми органами, органами по управлению государственным и муниципальным имуществом, органами по управлению фондом недр, лесным и водным фондом и др.;

- создание как единого государственного информационного ресурса автоматизированных баз данных о земельных участках, связанных с ними объектах недвижимого имущества, об участках лесного фонда Красноярского края, участках недр, обособленных водных объектах.

Основными показателями и критериями эффективности исполнения программы являются финансово-экономические, главный из которых – рост поступлений в бюджет края от налогов и сборов, аренды.

Информационное и программно-технологическое обеспечение

Программа и подпрограмма создания автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости Красноярского края (далее по тексту – АС ГЗКиУОН КК) в части создания информаци-

онного и программно-технологического обеспечения состоит из четырех крупных взаимосвязанных разделов:

- создание информационной основы государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости;
- создание информационных баз и банков данных государственного земельного кадастра и объектов недвижимости;
- создание информационно-технической инфраструктуры автоматизированной системы управления недвижимостью;
- нормативно-методическое обеспечение.

К 2007 году в основном будет создана информационная инфраструктура управления земельно-имущественным комплексом:

- основные базовые информационные ресурсы ГЗК, ГУОН и отлажена система их ведения и использования, в том числе и в цифровом виде;
- краевая система баз, банков и хранилищ данных учетно-кадастровых и регистрационных задач с использованием ранее созданных программно-технических комплексов, обслуживающих задачи ведения ГЗК и регистрации прав собственности;
- краевая информационно-техническая инфраструктура автоматизированной системы управления недвижимостью;
- программно-технические средства и нормативно-правовое обеспечение информационного взаимодействия организаций и учреждений, участвующих в формировании информационных ресурсов и осуществляющих решение задач управления землей и недвижимостью на территории края;

– система подготовки персонала и программно-технической поддержки распределенной по муниципальным образованиям краевой информационной инфраструктуры.

Создание АС ГЗКиУОН КК требует использования самых современных информационных технологий: цифровой картографии, геоинформационных систем, баз, банков и хранилищ данных в клиент-серверной архитектуре, Интернет. Как показал конкурс, в крае достаточно квалифицированных специалистов и предприятий наукоемкого малого бизнеса, работающих в сфере информационно-коммуникационных технологий и способных качественно и в срок создать программно-технические элементы АС ГЗКиУОН КК.

К основным проблемам обеспечения единства краевой автоматизированной системы следует отнести решение задач сопоставимости информационных ресурсов и совместимости информационных систем, ведение и развитие которых осуществляют организации разной ведомственной принадлежности, и относящихся к разным уровням управления. Преодоление факторов бессистемности и разобщенности требует не только работы разносторонних высококвалифицированных специалистов от информатики, но и согласованных действий системных аналитиков, юристов и управленцев в части разработки нормативно-правового обеспечения, регламентов, единых классификаторов и справочников АС ГЗКиУОН КК.

Без преувеличения можно сказать, что в крае впервые создается информационная инфраструктура управления такой сложности и значимости. Достаточно взглянуть на информационные связи ее подсистем ГЗК и ГУОН (рис. 1, 2), чтобы понять всю масштабность проблем информатизации сферы земельно-имущественных отношений.

Окружение и информационные связи ГЗК



Рис.1

Окружение и информационные связи ГУОН



Рис.2

Программно-технологическое единство АС ГЗКиУОН достигается за счет реализации программных мероприятий, связанных с созданием системно-технического проекта и организации системы его авторского сопровождения. Его создание предполагает: системное проектирование, включающее определение порядка создания и направления развития системы, требований к информационной инфраструктуре, к организации функционирования АС, составу основных и вспомогательных подсистем, информационным ресурсам, порядку организации информационного взаимодействия, принципам построения,

формирования и использования информационных ресурсов АС ГЗКиУОН КК. Разработка системно-технического проекта ведется поэтапно. Разделы системного проекта разрабатываются в очередности, продиктованной управленческими, функциональными приоритетами и технологическими особенностями АС ГЗК и УН КК. Технические проекты разрабатываются в соответствии с территориальными принципами деления АС.

В текущем году осуществляется разработка технического проекта АС ГЗКиУОН КК для краевого центра и центральной группы районов края, которая включает развитие технических решений системного проекта в направлении конкретной реализации опытного образца системы. В рамках системного проекта предстоит определить общесистемные принципы организации производства, ведения и использования информационных ресурсов АС ГЗКиУОН КК (см. рис.3.).

Информационные ресурсы АСГЗКиУН

ИС и БД управления объектами и ресурсами	<i>Ведение ГЗК и ГУОН на основе электронного обмена сведениями; е-муниципалитет; е-край; «единое окно».</i>
Регистрация прав и сделок	
Управление государственным и муниципальным имуществом	
Управление земельными ресурсами	
Налогообложение	
Системообразующие информационные ресурсы	<i>Совместимость и сопоставимость информационных систем и ресурсов</i>
Адресные планы и адресные реестры	
Кадастровые карты	
Справочники юридических лиц	
Справочники физических лиц	
Классификаторы, кодификаторы, справочники объектов и ресурсов	
Базовые информационные ресурсы административно-территориальной единицы	<i>Учет объектов и ресурсов</i>
ЕРН – единый регистр населения	
ТКК – Территориальный комплексный кадастр	
ГГК – Государственный градостроительный кадастр	
ГУОН – Государственный учет объектов недвижимости	
ГЗК – Государственный земельный кадастр	

Рис. 3

Целям создания программно-технологических условий сопоставимости информационных ресурсов и совместимости информационных систем служат мероприятия по разработке общекраевых справочников, кодификаторов и классификаторов, обеспечивающих интеграцию информационных ресурсов АС ГЗКиУОН КК. Одной из наиболее актуальных задач в этой части является создание программных средств и справочников для формирования единой системы адресации объектов недвижимости на территории края, согласованной с принципами и требованиями государственного кадастрового учета (см. рис.4.)

Региональная унифицированная система идентификации, позиционирования, адресации земельных участков и недвижимости

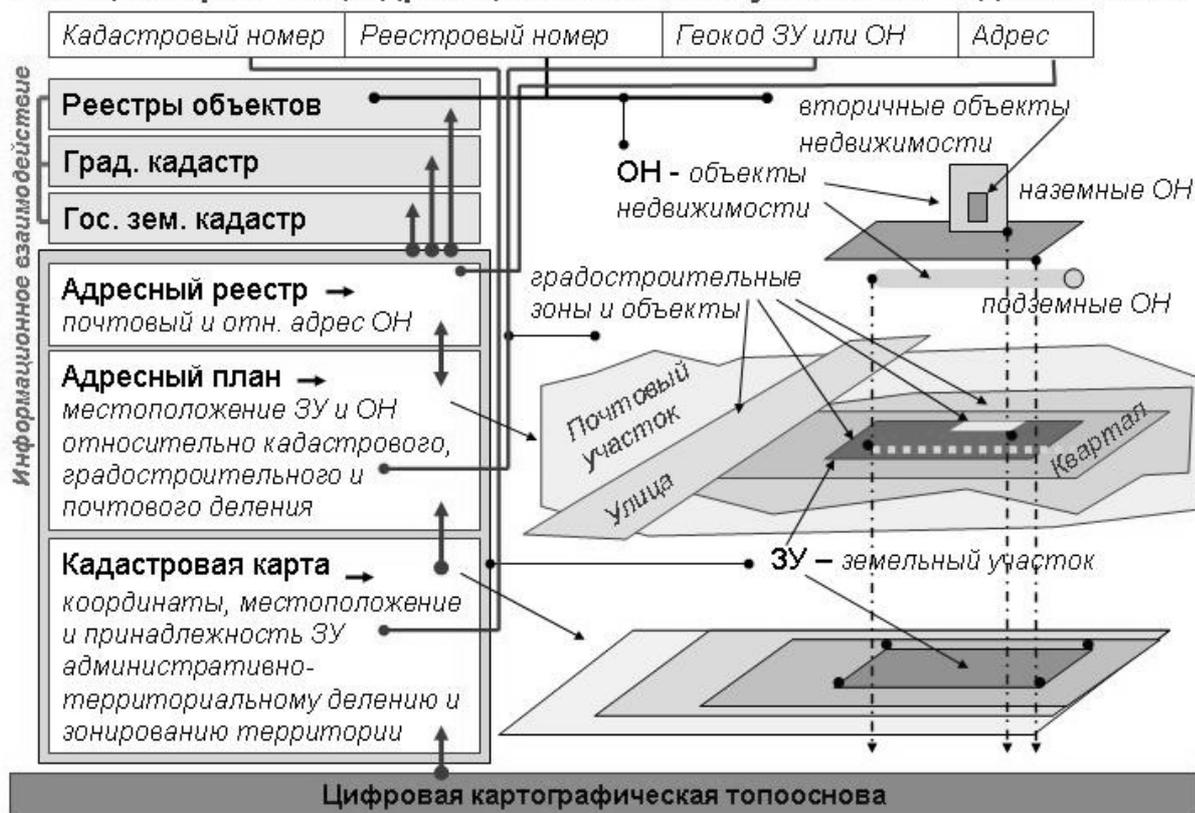


Рис. 4

Проблемы

Актуальность задачи повышения доходов краевого и муниципальных бюджетов от управления землей и прочно связанной с ней недвижимостью не вызывает сомнений. Но она решается не только в пределах зоны ответственности Красноярского краевого комитета по управлению государственным имуществом и Комитета по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю.

Для результативного управления собственностью необходимы сведения о земле и недвижимости, которые ведут органы градостроительства и архитектуры, технической инвентаризации. Сведения, которые собираются в организациях, осуществляющих мониторинг земель, накапливаются в Территориальном комплексном кадастре Красноярского края. В связи с известными проблемами краевого бюджета программа уже была существенно урезана. В том числе, из нее исключены мероприятия, направленные:

- на создание информационно-коммуникационных средств, обеспечивающих привлечение дополнительных сведений о земле и недвижимости, которые необходимы для повышения качества управления земельно-имущественным комплексом края;
- на повышение эффективности работ по созданию информационных ресурсов ГЗК за счет перехода на новые информационные технологии цифровой картографии.

Отечественная практика внедрения средств автоматизации и оптимизации рабочих процессов ведения ГЗК показывает, что рубль, вложенный в автоматизацию, дает от 4 до 12 рублей в бюджет. Предлагаем рассмотреть вопрос о выделении части средств краевого бюджета, поступивших за счет прироста поступлений от земельного налога и аренды имущества, для финансирования ранее исключенных мероприятий. Это позволит уже через год:

- создать программно-технические средства доступа к дополнительным сведениям о земле и недвижимости;

- сократить на 30% затраты на единицу цифровой картографической продукции и повысит ее качество.

Следует отметить, что процессы информатизации органов управления в крае быстро развиваются, хотя, к сожалению, без должной координации и интеграции. В частности, в крае начаты работы по разработке и внедрению «Автоматизированной системы управления бюджетным процессом Красноярского края по казначейской системе исполнения бюджетов». В рамках программы «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости в Красноярском крае на 2003 - 2007 годы» создается автоматизированная система учета арендных платежей, которая тесно связана с казначейской системой края. Уже сейчас важно рассмотреть вопрос о координации мероприятий по созданию этих двух систем, а также о внесении в краевую целевую программу дополнительного мероприятия, направленного на создание специализированного программно-технического обеспечения для интеграции двух систем в рамках рабочих процессов по подготовке сбора и анализа арендных платежей.

В соответствии с федеральным законом «О Государственном земельном кадастре», федеральной целевой Программой "Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002-2007 годы) " и ее подпрограммы "Информационное обеспечение управления недвижимостью, реформирования и регулирования земельных и имущественных отношений" край обязан участвовать в создании государственной автоматизированной системы государственного учета объектов недвижимости. Фактически, актуальнейшая задача пополнения бюджета края за счет повышения качества управления недвижимостью базируется на сведениях ГЗК и без них полноценно не решается. Невозможно полноценно управлять территориально-распределенными объектами и процессами, не имея карты местности и сведений об объектах на ней. За счет средств Федерального бюджета в крае уже созданы базовые ресурсы ГЗК. Благодаря усилиям Комитета по земельным ресурсам по качеству и полноте ресурсов ГЗК находится в первом десятке регионов России. В ближайшие пять лет за счет средств краевой программы и привлеченных средств муниципальных образований края нам предстоит создать автоматизированную систему управления земельно-имущественным комплексом края. Программа подготовлена и принята. Давайте ее вместе реализовывать и работать над дополнительным привлечением средств в краевую бюджет за счет развития информационной инфраструктуры управления земельно-имущественным комплексом края.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТАТОТЧЕТНОСТИ В СТРУКТУРЕ ГОСКОМСТАТА РФ

Г.А. Доррер, С.М. Окладников

Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск

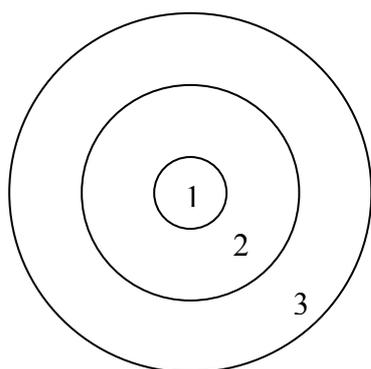
Аннотация. Рассмотрены принципы построения информационно-аналитических систем для обработки отчетности в органах государственной статистики. Описаны особенности системы, реализованной в Канском межрайонном отделе статистики Госкомстата РФ.

Обработка статистической отчетности – это государственный заказ. Вся информация из регионов дополнительно обрабатывается на федеральном уровне, после чего анализируется, представляется, публикуется в виде анализа положения социально-экономического развития по Федерации в целом. Эта информация отличается огромным

разнообразием, массовостью и различной периодичностью поступления. Органы государственной статистики проводят свою работу на основе общих принципов, единой методологии и организации государственной статистики. Основной их целью является осуществление централизованного руководства делом учета статистики в стране. Но механизмы, предлагаемые на уровне автоматизированной обработки информации, не соответствуют этим принципам. Различные структуры обрабатываемой информации подразумевают большую дифференциацию инструментальных средств, участвующих в информационном обмене.

Основная задача настоящей работы – создание новой методики построения информационно-аналитических систем (ИАС) данной отрасли, учитывающей специфику статистичности, и их программная реализация.

Основным принципом организации ИАС является ее открытость. В системе интегрированы средства, позволяющие пользователю организовывать обработку информации по «сквозному» принципу. Таким образом, система может обрабатывать любую статистичность единообразно. На рис. 1 схематически представлены принципы, которыми также нужно руководствоваться при создании систем подобного рода. Суть схемы в следующем: основная роль в процессе эксплуатации системы отведена пользователю; администратор системы должен только сопровождать процесс обработки; деятельность программиста сведена до минимума, необходимость в его услугах возникает только при создании новой версии приложения.



1. Функции программиста.
2. Функции администратора.
3. Функции пользователя.

Рис. 1. Распределение объема работ в процессе эксплуатации системы

ИАС реализована в рамках архитектуры клиент-сервер под управлением сервера InterBase (рис.2).

При реализации системы использован метод организации динамической структуры базы данных. Таким образом, БД логически можно разбить на две части: статическую и динамическую (рис. 2). Динамичность заключается в том, что во время эксплуатации ИАС динамическая часть структуры БД изменяется. Дело в том, что для каждой статистической формы существует раздел, а для каждого раздела создается таблица, в которой хранятся данные только этого раздела. Каждая такая таблица идентифицируется составным именем. Кроме того, так же динамично организуются ссылочные целостности для этих таблиц. Статическая часть состоит из справочников. Именно эта часть БД проектируется на начальном этапе, и она остается неизменной на протяжении всего жизненного цикла системы.

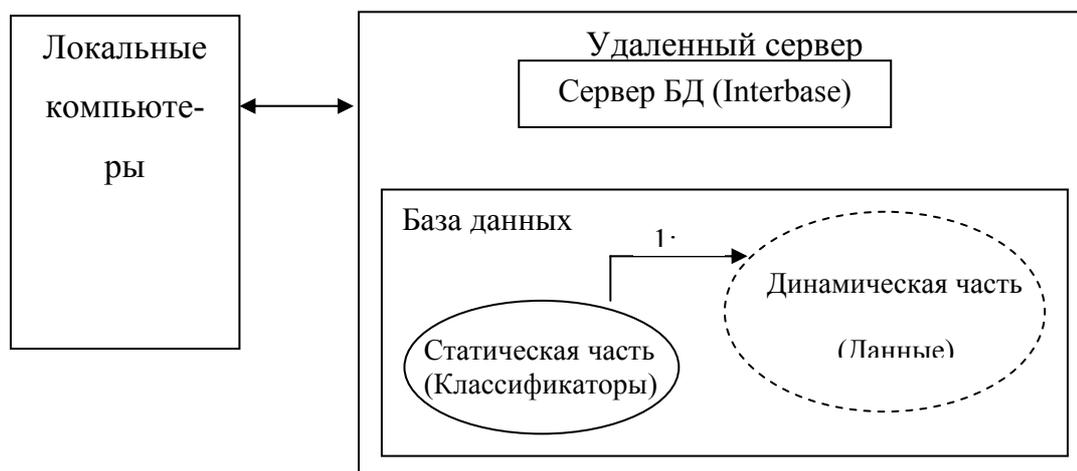


Рис.2. Архитектура ИАС

Приложение реализовано в среде программирования Delphi 6. Статическая часть базы данных разработана с помощью CASE-средств BPwin и Erwin. Динамическая часть формируется средствами самой ИАС.

Основные функции системы

Функция проектирования форм ввода для необходимой статистической отчетности ориентирована в большей степени на пользователя. Она заключается в заполнении матрицы, содержащей номер, тип и точность показателя. Заполненная таблица отображается на множество таблиц динамической части БД.

Создание числовых матриц. Числовая матрица (телеграмма) является выходной информацией ИАС, которая отправляется на вышестоящий уровень средствами почтовой или электронной связи. Структура числовых матриц формируется в соответствии с макетом, который предоставляется вышестоящим уровнем структуры Госкомстата. Механизм создания числовых матриц реализованный в ИАС, включает в себе две основные функции: формирование заголовка и формирование информационных строк.

Информационные строки формируются пользователем в интерактивном режиме. А заголовок создается на этапе добавления нового экземпляра формы в ИАС.

Описание заголовка производится следующим образом:

- вводится номер строки заголовка (заголовок может состоять из нескольких строк);
- вводится номер показателя в соответствующей строке;
- отмечается флажком признак включения показателя в контрольную сумму;
- вводится формула.

Формула записывается на специальном языке функций. Интерпретатор формул встроен в систему и начинает свою работу на этапе формирования телеграммы пользователем. Если система выдаст сообщение об ошибке, то нужно зайти в режим администратора и исправить ошибки в формуле. Такое, на первый взгляд, неудобство создано в связи с тем, что заголовок телеграммы должен интерпретироваться в совокупности с информационными строками. А информационные строки появляются тогда, когда данная форма отчетности будет содержать данные. Естественно, на этапе описания заголовков информационные данные отсутствуют, так как форма еще не создана. Но на практике такое разделение функций очень удобно. Так как на этапе описания заголовков не нужно стремиться безошибочно написать формулы, нужно просто «наметить» структуру заго-

ловка. А произвести отладку, имея готовые данные, несложно, более того, здесь большую роль играет визуализация реальных данных.

Создание средств контроля. В АБК (автоматизированный банк контроля) хранятся откомпилированные формулы для обеспечения логического контроля данных в экземпляре формы статистической отчетности. Здесь, в отличие от описания заголовков числовых матриц, интерпретация осуществляется прежде, чем формулы помещаются в таблицу. После работы блоков лексического и синтаксического анализа выражение компилируется в формат АБК. Таким образом, на этапе контроля данных пользователем нет необходимости в повторной интерпретации, что увеличивает скорость проверки отчетности.

Описание языка:

Грамматика языка: $G(F)$

$F \rightarrow V=V \mid V>V \mid V<V \mid V>=V \mid V<=V \mid \text{if}(F, F)$

$V \rightarrow T \mid V+T \mid V-T \mid V*T \mid V/T \mid (V)$

$T \rightarrow C\{C\} \mid sC\{C\}gC\{C\} \mid$

$C \rightarrow 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9 \mid 0 \mid$

В соответствии с грамматикой, формула контроля может содержать условный оператор, арифметические операции и операции отношений. Альтернативу $sC\{C\}gC\{C\}$ терминала T можно интерпретировать следующим образом: s, g – константы, $C\{C\}$ – соответственно принимает либо одно цифровое значение C , либо их множество $\{C\}$. Запись $C\{C\}$ можно разделить на две альтернативы C и $\{C\}$, но допускается и такая запись, в частности, в книге [1].

Пример формулы: $\text{if}(s15g2+30>100, s17g7<s15g3)$

Интерпретация: (если строка 15 графа 2 + 30) больше 100, то строка 17 графа 7 должна быть меньше строки 15 графы 3.

Цепочка подстановок: $G(F) \rightarrow G(\text{if}(F,F)) \rightarrow G(\text{if}(V>V, V<V)) \rightarrow G(\text{if}(V+T>V, V<V)) \rightarrow G(\text{if}(T+T>T, T<T)) \rightarrow G(\text{if}(sC\{C\}gC\{C\}+C\{C\}>C\{C\}, sC\{C\}gC\{C\}<sC\{C\}gC\{C\})) \rightarrow G(\text{if}(s15g2+30>100, s17g7<s15g3))$

Генератор отчетов. Основным механизмом отбора данных для отчета, является SQL-запрос. Главная задача при создании отчета – это сформировать SQL-запрос, который помещается в БД и выполняется каждый раз при формировании сводок пользователем.

Формирование текста SQL-запроса автоматизировано. В раскрывающемся списке выбирают таблицу, из которой отбираются необходимые поля. Имеется окно, которое содержит готовые выражения для помещения в SQL-запрос. Если в соответствующей колонке данные не расчетные, то можно сразу поместить выбранное поле в окно генерации запроса, иначе выбранное поле отправляется в построитель выражений. После создания выражения оно переносится в окно генерации запроса. В отдельном окне отмечается информация, которая будет отображаться в боковике отчета. После этого выполняется генерация текста SQL-запроса. Текст запроса можно также написать и вручную, но это более трудоемкий процесс. Когда в окне появился готовый к выполнению текст SQL-запроса, запрос необходимо выполнить. Отобранные данные появятся в отдельном окне. Если данных нет, то после этой операции в этом окне отобразится структура отчета, после чего будут доступны функции для описания шапки отчета. Вызвав на вкладке «Поля», можно задать атрибуты полей. Переключившись на страницу «Атрибуты сводки», –

задать атрибуты сводки. Когда все операции будут произведены, необходимо произвести операцию сохранения <Save>. Все отчеты можно экспортировать в Excel.

Оперативная статистика. Основной задачей этой функции ИАС, является получение информации об объемах и ходе выполнения работ в реальном времени. Объем работ на месяц рассчитывается исходя из графика отчетности, объема статистических форм и степени заполняемости. Расчет производится по следующей формуле:

$$V = \sum_{i=1}^n (Pr_i * P_i) * k_i, \quad (1)$$

где V – объем статистических форм, n – количество фильтров,

Pr_i – количество предприятий для i -го фильтра,

P_i – количество показателей для i -го фильтра,

k_i – коэффициент заполняемости формы, $k_i = [0..1]$.

Выполнение месячного объема рассчитывается по формуле:

$$V_m = \sum_{i=1}^n (D_i \cdot P_i \cdot k_i) / \left(\sum_{i=1}^n (Pr_i \cdot P_i \cdot k_i) \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где

V_m - объем месячной отчетности, n – количество фильтров,

D_i - количество предприятий банка данных,

Pr_i – количество предприятий регламента,

P_i – количество показателей для фильтра,

k_i – коэффициент заполняемости формы, $k_i = [0..1]$.

Заключение. В настоящее время система находится на опытной эксплуатации в Канском межрайонном отделе статистики. Техническая гибкость системы позволяет легко производить ее надстройку. Дальнейшее развитие системы предполагает реализацию ряда функций анализа, методов голосового ввода данных, а также функций автоматизированного создания аналитических записок, сборников, докладов. Используемый в системе метод полустатической структуры данных позволяет сделать систему универсальным инструментом для обработки любой информации. Таким образом, можно сократить класс информационных систем подобного назначения до минимума.

Литература

1. Ульман Дж. Теория синтаксического разбора и компиляции. – М.: Мир, 1978. – 612 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Я.В. Круковский

Омский институт РГТЭУ, г. Омск

Формирование системы управления регионом в современных условиях предъявляет принципиально новые требования к информационным ресурсам, неразрывно связанным с процессами выработки, принятия и контроля управленческих решений. В этой связи, важнейшим условием качественного *информационного обеспечения* (ИО) региональной системы управления является осведомленность органов управления о социально-экономической ситуации, процессах и тенденциях их развития, возможность предсказания и моделирования ситуаций на основе обоснованных оценок и прогнозов.

Проблема информационного обеспечения *региональной инфраструктуры* (РИ) актуализируется необходимостью формирования *объективной и полноценной информации* о состоянии субъектов регионального рынка, связанных с ними процессами и явлениями, что, в большинстве случаев, сегодня затруднительно не только для отдельных хозяйствующих субъектов, но и для органов исполнительной власти различных уровней. При определении основных направлений разработки системы информационного обеспечения региона, под региональной инфраструктурой следует, прежде всего, понимать совокупность субъектов экономических, социальных и административных отношений, выраженных в информационных процессах, протекающих на внутри – и межрегиональном уровне. Объективная информация о финансово-экономическом состоянии и рыночном потенциале субъектов региональной инфраструктуры и её качественный анализ являются основными составляющими успешных управленческих, экономических и политических решений региональных органов власти. В этой связи, в качестве основных направлений развития *информационного обеспечения* региональной инфраструктуры следует определить:

Во-первых, создание системы мониторинга региональной инфраструктуры в виде *центров ситуационного анализа* (ЦСА), обеспечивающих доступ к информации о состоянии региональной инфраструктуры в режиме реального времени с детализацией по ключевым показателям и с возможностью декомпозиции анализируемых данных по отдельным субъектам (рис. 1) [1, 2]. Отечественный опыт создания ЦСА связан, прежде всего, с *системами мониторинга* МЧС РФ, Минприроды РФ, Совета безопасности РФ, Администрации Президента РФ и других государственных структур [5]. В качестве одной из перспективных разработок можно выделить проект ЦСА "Система анализа и регулирования республиканских товарных потоков" Министерства торговли и экономического сотрудничества Республики Татарстан.

Одновременно, ведутся работы по созданию ЦСА для управления крупными предприятиями оптовой торговли, торговыми сетями и т.п., например, одним из первых стал ЦСА московской компании "Русмед" – одного из ведущих российских дистрибьюторов парфюмерии и бытовой химии.

Основными функциями типового ЦСА являются: регистрация первичных данных, их многофакторный анализ, визуализация статистической, ретроспективной и прогнозной информации, последующая обработка и анализ с помощью аналитических технологий (экспертные системы, системы поддержки принятия решений), разработка прогнозов и сценариев управленческих решений, контроль за реализацией управленческих решений. В рамках ЦСА аналитические технологии должны обеспечивать: анализ рыночной конъюнктуры, товарных рынков конечного и промежуточного потребления, определение позиций отдельных субъектов региональной инфраструктуры на рынке, прогнозирование колебаний спроса на товарную продукцию. Типовая схема ЦСА приведена на рис. 1.

Во-вторых, создание системы информационного обеспечения региональной инфраструктуры в виде торговых интернет-площадок, справочных и информационных БД с возможностью многопользовательского доступа через сети общего пользования. Успешный, и практически единственный, в своем роде, опыт реализации подобных проектов в сфере торговых Интернет-площадок имеет ОАО «Система электронных сделок», созданная при непосредственном участии и поддержке Регионального филиала ОАО "Сибирь-телеком" (ранее ОАО "Электросвязь" Омской области). Развитие этой группы систем позволит включить в процесс информационного обеспечения региональной инфраструктуры значительное число региональных оптовых рынков и торговых баз путем построения информационных ресурсов поддержки потребительского рынка по модели «предприятие-предприятие» или «предприятие-потребитель» в рамках региональных и межрегиональных информационных систем Сибири.

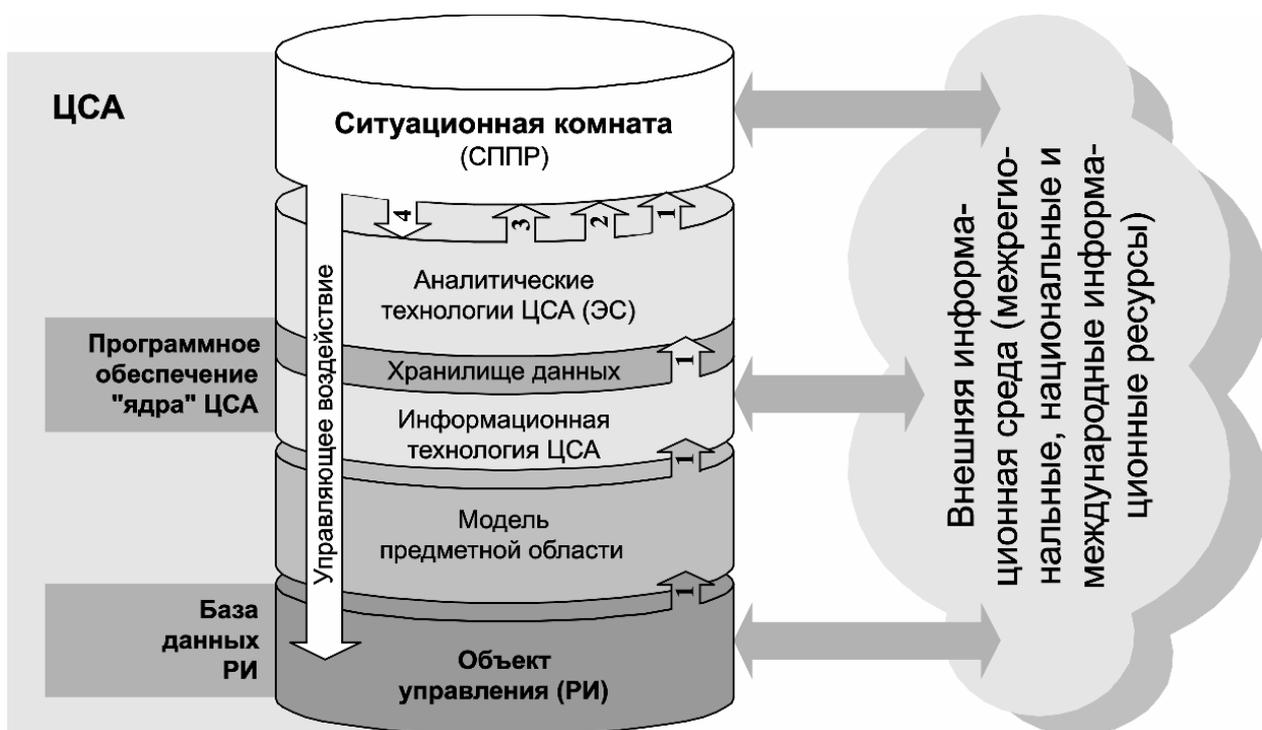


Рис. 1. Структурная схема ЦСА: (1) – информация о текущем состоянии РИ; (2) – ретроспективная информация о состоянии РИ; (3) – прогнозная информация (моделирование ситуаций и управленческих решений); (4) – запрос на получение ретроспективной или прогнозной информации.

Таким образом, приоритетными задачами обозначенных направлений являются: формирование единого информационного пространства региона, обеспечение информационной прозрачности регионального рынка с целью наиболее полного удовлетворения запросов конечных потребителей и снижения затрат субъектов региональной инфраструктуры за счёт уменьшения неопределенности в знаниях о рыночном окружении. Для поддержки принятия управленческих решений всё более актуальной также становится необходимость мониторинга финансового состояния предприятий и организаций, работающих на региональном рынке. В этом направлении целесообразна *интеграция систем* информационного обеспечения региональной инфраструктуры с *ЦСА* при разработке и принятии управленческих решений на уровне муниципальных и региональных органов власти. Решение этой задачи потребует:

- Создать *реестр предприятий*, включающий в себя *систему сбора исходной информации и хранилище данных* о предприятиях, товарах и услугах.
- Проработать *процедуры актуализации* данных, включающих в себя подготовку нормативных актов, составление и заключение хозяйственных договоров и пр.
- Разработать *прикладной инструментарий* для мониторинга и анализа информации из баз данных и, собственно, поддержки управленческих решений.

Сложность и масштабность создания такой системы делают целесообразным решение проблемы с позиции формирования единого информационного ресурса в интересах как субъектов региональной инфраструктуры, так и основных профильных ведомств конкретного региона. При этом необходимо учесть особенности субъектов региональной инфраструктуры и обеспечить простой и надёжный механизм обмена информационными ресурсами внутри системы информационного обеспечения региональной инфраструктуры для её участников. Основными источниками информации в системе мониторинга являются субъекты региональной инфраструктуры, а вспомогательными и контрольными – федеральные и региональные информационные ресурсы, а именно – региональные ко-

митеты статистики, региональные управления министерства по налогам и сборам и др. Опыт успешной реализации комплексных информационных систем, интегрирующих ЦСА и системы информационного обеспечения региональной инфраструктуры имеет Правительство г. Москвы, в частности, Департамент потребительского рынка и услуг, Московский комитет по делам о банкротстве, Департамент науки и промышленной политики, Комитет по реформированию оборонных предприятий, Департамент архитектуры, строительства и реконструкции г. Москвы.

В качестве типовых компонентов такой системы можно выделить следующие:

- подсистема сбора данных,
- подсистема управления хранилищем данных,
- подсистема мониторинга конъюнктуры рынка, анализа товарного наполнения и динамики цен по ключевым товарным позициям и субъектам потребительского рынка,
- подсистема оценки финансово-экономического состояния субъектов рынка,
- подсистема мониторинга макроэкономического состояния региона (спрос и предложение),
- подсистема сбора данных о состоянии предприятий и организаций.

На практике, ЦСА должны обеспечивать непрерывный цикл мониторинга и управления отслеживаемой ситуацией на региональном рынке с помощью экспертных систем и систем поддержки принятия решений, поддерживающих ситуационное моделирование и построение ситуационных сценариев.

В целях формирования системы эффективного и качественного информационного обеспечения РИ должны быть решены следующих задачи:

1. Создание условий для качественного и эффективного удовлетворения информационных потребностей органов государственной власти, органов местного самоуправления и хозяйствующих субъектов.
2. Установление порядка формирования, защиты и использования информационных ресурсов, обязательного для всех субъектов информационных отношений в рамках единого информационного пространства региона.
3. Интеграция специализированных информационных ресурсов независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.
4. Эффективное использование государственными и общественными организациями, а также гражданами, информационных ресурсов региона.
5. Создание и развитие федеральных и региональных информационных систем и сетей, обеспечение их совместимости и взаимодействия в едином информационном пространстве России на базе современных информационных технологий, международных стандартов. Обеспечение региональной безопасности в сфере информатизации.
6. Создание и развитие системы информационно-аналитической поддержки субъектов рынка через средства массовой информации, в том числе электронные.

На общетеоретическом уровне, некоторые из поднятых сегодня вопросов концептуально обозначены в отдельных положениях Федеральной программы «Электронная Россия» и уже сейчас реализуются на практике в рамках региональных программ создания систем информационного обеспечения региональной инфраструктуры (в Екатеринбурге, Саратове, Москве, Чите, Казани). Такие системы могут стать эффективным инструментом регулирования регионального рынка и повышения качества информационной обеспеченности его участников.

Литература

1. Круковский Я.В. Информационное обеспечение инфраструктуры потребительского рынка // Сибирский экономический журнал. – 2002. – №2. – С. 63-64

2. Круковский Я.В. Информационные технологии в управлении предприятием. Учебное пособие. – Омск: Диалог-Сибирь. Изд.-во Наследие, 2002.
3. Круковский Я.В. Применение информационных технологий в имитационном моделировании инфраструктуры потребительского рынка // Материалы 3-й научно-практической конференции Омского института МГУК. Том III. – Омск: Диалог-Сибирь. Изд.-во Наследие, 2000. – С. 97-101.
4. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990.
5. Петров А.В., Тихомиров М.М., Федулов Ю.Г. Применение ситуационных центров в региональном управлении. – М.: Издательство РАГС. 1999.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА И УПРАВЛЕНИЕ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

***В. А. Поздняков, А. В. Лапушов**
ЗАО «Красноярскгеофизика», г. Красноярск*

Проблема хранения больших объемов информации и доступа к ней актуальна в любой сфере профессиональной деятельности. Особенно это ощутимо в сфере обработки геофизических и геологических данных, когда помимо собственно наблюдаемых или обработанных данных, используется разного рода сопутствующая информация. По этой причине поток данных производственного процесса увеличивается во много раз, снижается скорость и возможность оперативного доступа к необходимой информации. В такой ситуации важную роль играет возможность управления потоками данных, используя новые технологии хранения и накопления разнообразной информации. Создание единого информационного поля всех компонентов данных дает возможность вести их анализ на более высоком качественном уровне.

Работа посвящена вопросом разработки информационной системы для управления и контроля потоков сейсморазведочных данных при нефтегазопроисследовательских работах. Такой подход можно распространить и на другие геологоразведочные методы поиска месторождений полезных ископаемых. Многообразие методов сейсморазведки порождает многовидовые данные различной структуры. Главной задачей при разработке системы управления потоками разнородных данных является интеграция различного рода данных в единое информационное поле с использованием технологий организации баз данных и географических информационных систем. Решение этой задачи позволит повысить эффективность управления и использования геолого-геофизических, в частности сейсморазведочных данных при поиске различных полезных ископаемых.

В процессе разработки информационной системы авторами были решены следующие задачи:

- разработана структура информационной системы сейсморазведочной информации, которая состоит из набора баз данных, ГИС-проекта, блока первичного анализа данных;
- разработаны формы регистрации сейсморазведочной информации, учитывая применяемые методики получения данных;
- разработаны технологические схемы формирования базы данных по разделам информационной системы;

- разработаны программные средства формирования базы данных, а также доступа, первичного анализа и управления информационными потоками.

При изучении вопроса были выделены две составляющие сейсморазведочных данных, которые определили структуру информационной системы – содержательную и описательную части.

Содержательная часть включает данные сейсморегирующей аппаратуры, рапорты операторов, sps-файлы (ведомости координат и высот системы регистрации) и т.п. Описательная часть включает топологическую и иную, в том числе текстовую информацию. На основании этого, а также учитывая характеристики сейсморегирующей аппаратуры и методы получения данных, были разработаны формы регистрации сейсморазведочных данных по выделенным объектам, описывающих информацию сейсморазведки.

На основании анализа вышеизложенных вопросов выделены потоки входной информации. Так первый поток данных, представляющий содержательную часть, поступает с архивации полевой сейсморазведочной информации. Фактически, процесс архивации заключается в переводе сейсмического материала с магнитных лент и бумажных носителей, а также обработанного материала (временные разрезы) на матрицы CDR [1]. Второй поток представляет описательную и топологическую части, куда входят данные о методике проведения полевых работ и условиях регистрации сейсмических данных из геологических и геофизических отчетов, а также занесение топологической информации, как с бумажных, так и с цифровых носителей. Исходя из изложенного, была предложена следующая технологическая схема формирования и поддержки информационной системы сейсморазведочных данных (рис. 1.).

Как видно на схеме, выделяется два автоматизированных рабочих места (АРМ), обслуживающие входящие информационные потоки. Первое (АРМ1) обслуживает содержательную часть данных, второе (АРМ2) – описательную и топологическую части. На основании предложенной технологической схемы разработана структура информационной системы, представленная на рис. 2.

Каждая отдельная подсистема представляет собой программный комплекс или отдельную программу, интегрированные в единую информационную систему.

Представленная система начинает функционировать с актуализации подсистемы баз данных. Первоочередным этапом является ввод данных из разработанных форм учета сейсморазведочных данных в базу данных.

Базы данных составляют ядро программного комплекса и выступают в качестве накопителя и источника информации для обработки и предоставления ее по назначению. Базы данных системы строятся на основе разработанных форм учета сейсморазведочных данных, то есть по своему составу, структуре и содержанию компонентов строго фиксированные. Сведения об объектах сейсморазведки (профилях, партиях, временных разрезах), отраженных в формах, кодируются в установленном формате. Поэтому для представления данных в доступном для пользователя виде для каждого показателя разработаны специальные справочники.

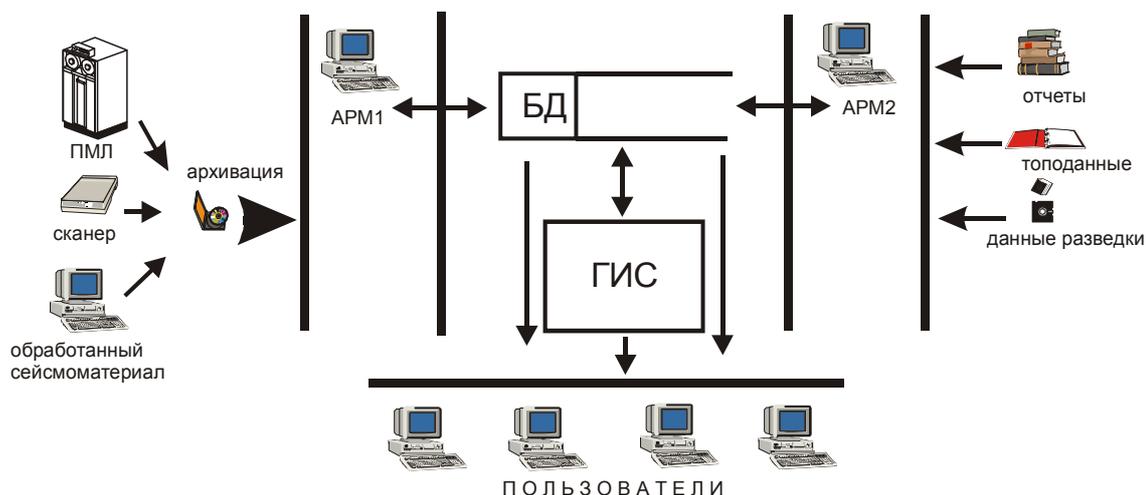


Рис. 1. Технологическая схема информационной системы сейсморазведочных данных

Архив полевых материалов фактически является хранилищем носителей содержательной части сейсморазведки (CDR, магнитные ленты и другие), которую из-за больших объемов невозможно хранить на жестких дисках ЭВМ.

Подсистема работы с содержательной частью сейсморазведочных данных представляет собой справочно-информационную систему архива, где хранятся ссылки на носители данных архива.

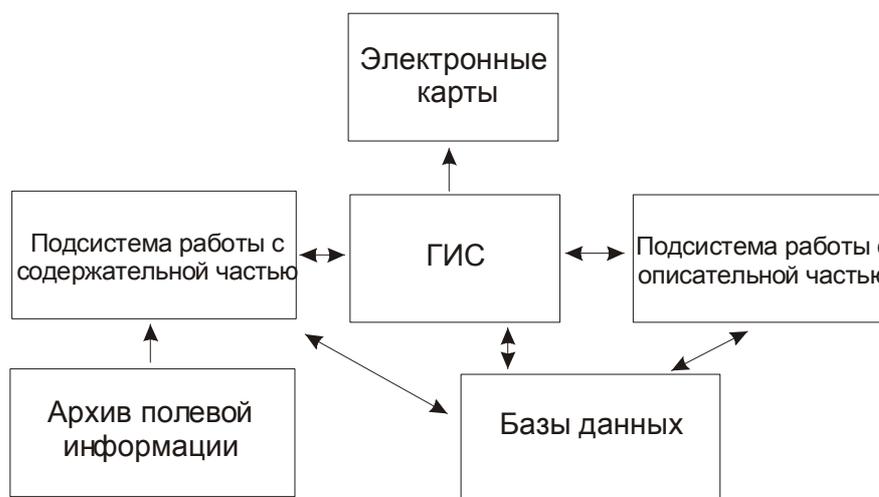


Рис. 2. Структурная схема информационной системы

Подсистема работы с описательной частью является инструментом формирования и первичной обработки описательной и топологической частей сейсморазведочных данных. Здесь же идет формирование топологической основы, а также атрибутивных данных для геоинформационной системы.

Весьма важной возможностью предлагаемой информационной системы является картографическая визуализация изученности сейсморазведкой территории с использованием средств геоинформационных систем. Возможности современных ГИС способствуют широкому их применению в системах управления, поскольку позволяют использовать естественные способности визуального восприятия человеком информации для принятия решений.

Каждая подсистема сейсморазведочной информационной системы представлена программным модулем, которые являются программным обеспечением АРМ [2]. Такая структура снижает потребление ресурсов персонального компьютера одного автоматизированного рабочего места, разделяет базу данных по тематическим частям, упрощает работу пользователя, делает ее более конкретной и специализированной, также позволяет более гибко управлять системными ресурсами.

В предлагаемой программной структуре сейсморазведочной информационной системы выделяется три модуля (рис. 3). Модуль архива полевых данных является главным автоматизированным рабочим местом администратора содержательной части сейсморазведочных данных – архива и временных разрезов. С помощью этого модуля ведется непосредственный ввод данных в архив и временных разрезов в базу, а также редактирование уже имеющихся данных. Модуль «Сейсморазведка» является главным автоматизированным местом администратора описательной и топологической составляющих сейсморазведочных данных. Соответственно, здесь можно выделить две составные части. Первая – работа с данными проведения и условий разведочных работ (описание партий и сейсмопрофилей). В этой части выполняется формирование атрибутивных данных сейсморазведки, на основе которых составляются отчеты характеристик сейсморазведочных работ, проведенных в различные годы и на различных территориях. Вторая часть – топологические данные сейсморазведки, то есть привязка сейсмопрофилей к местности, на основе которых строятся пространственные данные геоинформационной системы. Модуль «Администратор» не занимает дополнительного рабочего места и служит в основном для отладки системы и выполнения специальных функций. Обслуживание системы состоит из регулярных профилактических работ, связанных с корректным ведением базы данных, сохранением ее целостности, формированием топологической и атрибутивной основы геоинформационной части системы.

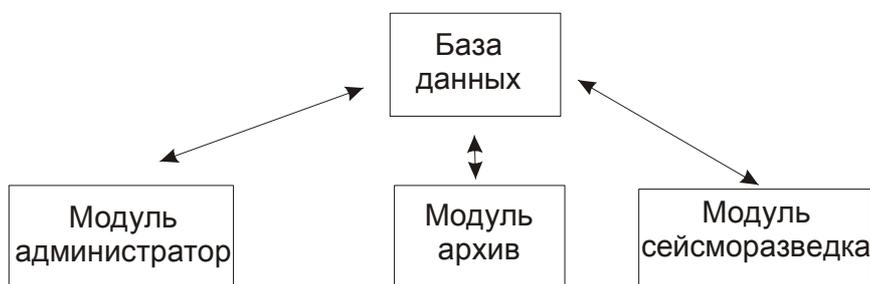


Рис. 3. Структурная схема программной части системы

База данных системы построена по принципу клиент – серверной архитектуры и представлена четырьмя группами таблиц [3], реализованных под системой управления базой данных Oracle 8. Визуализация данных осуществляется в геоинформационной системе ArcView 3.0. Представление на карте сведений изученности территории сейсморазведкой осуществляется через буфер данных, который заполняется посредством выборки информации из основной базы данных системы.

В заключение отметим, что разработанная информационная система используется в производственном режиме ЗАО «Красноярскгеофизика», а некоторые результаты работы были применены для формирования банка данных сейсморазведочной информации Красноярским комитетом природных ресурсов, в рамках договора с ЗАО «Красноярскгеофизика». В дальнейшем планируется развитие информационной системы в сторону интеграции ее со скважиной и иной геофизической и геологической информацией.

Литература

1. Поздняков В. А., Ткачук Д. Н., Лапушов А. В. Создание поисково-информационной системы для работы с архивом сейсморазведочной информации. – Красноярск, ЭПР, 2001.
2. Авторское свидетельство №2003611508. Программа ЭВМ БД «Сейсморазведка». Москва, 2003.
3. Авторское свидетельство №2003620128. База данных «Сейсморазведка». Москва, 2003.

ГИБРИДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ

Л.Ф. Ноженкова

Институт вычислительного моделирования СО РАН

Введение

Важнейшим направлением современной информатики является развитие информационных технологий на основе их интеграции, интеллектуализации и гибридизации. Совместное применение не только информационных технологий, но и других методов компьютерного моделирования, позволяет построить качественно новые методы обработки и анализа данных.

Широко известно, что наиболее перспективные и значимые результаты следует ожидать на стыке научных направлений. Гибридизация информационных технологий представляет значительный интерес как в научном плане, так и в практическом, поскольку предлагает развитие новых методов решения прикладных задач и расширение сферы их практического применения.

Это направление только зарождается. Известные в мировой практике результаты в большей степени касаются методов системной интеграции в рамках совместного применения информационных технологий. Безусловно, такой подход очень важен для решения широкого круга прикладных задач и внедрения результатов в практику. Однако не менее актуальна проблема развития гибридных методов, позволяющих развивать новые качественные возможности современных технологий. Примером гибридизации технологий является создание методов и языков представления знаний, позволяющих разработать новые методы геомоделирования [9], тем самым существенно продвинув развитие геоинформационных технологий. Развитие ГИС также может достигаться за счет применения нейронных сетей для создания новых методов электронного картографирования [6]. С другой стороны, за счет встраивания функций ГИС в современные системы анализа данных – OLAP-системы – возможно существенное продвижение функциональных возможностей OLAP-анализа и поддержки принятия решений [13].

В последнее десятилетие в мире в крупных системах обработки информации сформировался новый подход к анализу, получивший название OLAP (в русском языке в качестве эквивалента «On-Line Analytical Processing» используют термин «оперативный анализ данных»). OLAP обеспечивает пользователя естественной, интуитивно понятной моделью данных, организуя их в виде многомерных кубов (cubes). Осями (dimensions) многомерной системы координат служат основные атрибуты анализируемого бизнес-процесса. Однако существующие технологии и инструментальные OLAP требуют дальнейшего развития. Это связано, во-первых, с потребностью разработки аналитического аппарата для решения сложных задач, требующих декомпозиции, поэтапного моделирования и реализации новых аналитических методов. Во-вторых, необходимо развивать

интеллектуальные функции поддержки аналитического эксперимента, которые позволят выполнять исследование построенных моделей на предмет адекватности решаемой проблеме. В-третьих, необходимо развитие средств визуализации результатов аналитического эксперимента, в частности, с применением геоинформационных технологий. В-четвертых, богатейший фактографический материал, накопленный в разных сферах деятельности, в том числе в медицине и здравоохранении, требует создания «мобильных» аналитических инструментов, позволяющих на основе системных интерфейсов получать доступ к существующим разноформатным базам и хранилищам данных. Актуально развитие данного направления и по той причине, что имеются важные предпосылки расширения сферы использования OLAP-технологий за счет гибридизации с базами знаний, нейронными сетями и ГИС, что позволит создать мощный инструментарий аналитических исследований в разных областях.

Попытки создания гибридных технологий с применением нейронных сетей производятся в различных фирмах и научно-исследовательских институтах. Отметим среди них СОМАРТ – гибридную технологию, сочетающую свойства сетей Кохонена и сетей адаптивного вывода (Гроссберга) (М.Камел, М.Хуссин, 2003). Многие попытки создания гибридных технологий объединяют карты Кохонена (для предварительной обработки) с последующей обработкой сетями, обучающимися по алгоритмам обратного распространения ошибки. Байесовские сети используются для предварительной настройки весов сетей обратного распространения ошибки и т.д. Известны попытки интеграции ГИС с нейросетевыми технологиями, однако попытки объединить нейронные сети, встраивая их в OLAP-систему пока не известны.

Развитие качественно новых функциональных возможностей технологий обработки и анализа данных востребовано во многих прикладных областях. В числе актуальных фундаментальная проблема – неопределенность и неполнота методов количественного определения величин, характеризующих различные аспекты экологического состояния города и региона, с точки зрения их соответствия требованиям устойчивого развития. Проблема, затрудняющая переход от исследовательских работ к реальному экологическому регулированию природопользования, заключается в неполноте любого монопредметного научного подхода, а также в разнотипности больших объемов данных. Подобные условия часто встречаются при обработке данных аэрокосмических исследований, изучении медико-биологических, экологических и социально-экономических процессов, состояния которых характеризуются набором непрерывных, порядковых, номинальных и интервальных переменных, включая множества случайных величин. Для решения сложных прикладных задач необходимо новое направление построения систем анализа больших массивов разнотипных данных и новые технологические решения, позволяющие обеспечить хранение больших объемов информации, доступ к разнотипным и разноформатным данным, визуализацию результатов [17]. Таким образом, развитие новых методов анализа данных и их интеграция с современными информационными технологиями – актуальные проблемы, решение которых практически востребовано.

Важным направлением, повышающим практическую значимость новых технологий является их реализация в Интернет за счет интеграции информационно-аналитических и Интернет технологий. Создание порталов для оперативного получения данных по территориально ориентированным задачам: гидрометеорология, природопользование, экология, предупреждение чрезвычайных ситуаций, анализ территориально распределенных данных о состоянии экономики, социальной сферы, анализ состояния здоровья населения и многие другие актуальные задачи определяют направленность современных информационно-аналитических технологий на социализацию и интеграцию.

Первостепенное значение для этого круга задач имеет развитие ГИС-Интернет технологий [14,16].

Направления развития гибридных информационных технологий

В рамках перехода научно-исследовательских институтов к программно-целевым методам планирования в ИВМ СО РАН предложен проект по развитию и внедрению гибридных информационных технологий. Цель проекта – разработка методов и программных средств развития новых систем и технологий компьютерного моделирования на основе гибридизации информационных технологий, их интеллектуализации, интеграции с новейшими достижениями в области интеллектуального анализа данных и компьютерного моделирования.

Основные проблемы, решаемые в рамках проекта:

1. Интеллектуализация информационных технологий за счет методов гибридизации с нейросетевыми технологиями, базами знаний для построения нейро-ГИС, и экспертных ГИС.
2. Развитие методов оперативного анализа данных за счет интеграции OLAP-технологий с методами ГИС-визуализации и средствами интеллектуализации.
3. Развитие методов реализации современных информационных технологий в среде Интернет, построение ГИС-Интернет порталов и серверов.
4. Развитие новых методов и технологий анализа данных, включая методы OLAP-анализа, нейросетевого моделирования, непараметрического анализа разнотипных данных в условиях неопределенности.
5. Программная реализация предлагаемых методов и инструментальных систем. Построение интеллектуальных прикладных систем на основе гибридных технологий.

Интеллектуализация информационных технологий. Предполагается разработка методических, алгоритмических и программных средств построения интеллектуальных геоинформационных систем на основе моделей знаний, позволяющих, с одной стороны, реализовать новые методы геомоделирования, а с другой стороны, разработать инструментарий для построения экспертных ГИС, позволяющих не только моделировать и визуализировать ситуационные пространственные модели, но и осуществлять формирование решений. Предполагается также интеграция ГИС и нейронных сетей, а также разработка средств интеллектуального интерфейса как для обеспечения взаимодействия системы с пользователем, так и для управления интегрированной системой.

На основе разработанных методик и программ планируется создать гибридные технологии и соответствующее программное обеспечение, объединяющее заложенные в них возможности и позволяющее строить комплексные информационные модели явлений различной природы.

Интеграция OLAP и ГИС, интеллектуальный OLAP-анализ. Развитие методов оперативного анализа данных за счет интеграции OLAP-технологий с методами ГИС-визуализации и средствами интеллектуализации позволит расширить рамки применения OLAP-систем.

Предполагается создать методы и средства встраивания ГИС-визуализатора в OLAP-систему, что позволит значительно увеличить наглядность представления результатов оперативного аналитического моделирования, сочетая его с геомоделированием. В мировой практике такие исследования только начинаются и не доведены до широкого использования. Создание средств OLAP-анализа с применением ГИС позволит существенно расширить функции поддержки принятия решений.

Встраивание в OLAP-систему средств нейросетевого анализа и использования знаний также позволит взаимно расширить функциональные возможности этих технологий,

интеллектуализировать процесс аналитического моделирования, реализовать средства интеллектуального интерфейса.

Развитие ГИС-Интернет технологий. Развитие методов реализации современных информационных технологий в среде Интернет, построение ГИС-Интернет порталов и серверов востребовано необходимостью решения широкого круга прикладных проблем. Именно прикладные проблемы высвечивают различные особенности реализации таких технологий. Поэтому предполагается, что развитие данного направления, прежде всего, будет связано с решением важнейших прикладных задач поддержки управления развитием территорий, поддержки решения управленческих задач в разных отраслях – здравоохранении, образовании, экологии, для мониторинга чрезвычайных ситуаций и др.

Развитие методов и технологий анализа данных. Развитие новых методов и технологий анализа данных, включая методы OLAP-анализа, нейросетевого моделирования, непараметрического анализа разнотипных данных в условиях неопределенности предполагает не только гибридизацию этих технологий, но и существенное продвижение каждой из них в отдельности.

Предполагается развитие методов OLAP-анализа на основе оригинального подхода – построения так называемых аналитических моделей и реализация методик анализа с применением аппарата, позволяющего реализовать обусловленную реализацию цепочек аналитических моделей.

Предполагается развитие новых методов нейросетевого моделирования, направленных на решение задач интеллектуального анализа данных, развитие методов интерпретации структуры и поведения нейронных сетей и формирования на этой основе явных знаний.

Планируется разработать информационную технологию синтеза многоуровневых непараметрических систем распознавания образов в условиях больших массивов разнотипных данных. На этой основе методом статистического моделирования исследовать свойства многоуровневых систем классификации разнотипных данных.

Построение интеллектуальных гибридных информационно-аналитических систем для решения прикладных задач

Программная реализация предлагаемых методов и инструментальных систем на основе гибридных технологий позволит апробировать предлагаемые методы решением прикладных задач в разных предметных областях.

Один из важнейших блоков работ – разработка программно-технологического обеспечения, его апробация и создание условий развития сервисов, облегчающих социализацию результатов научных исследований и формирование ценностей устойчивого развития. Направление работ – развитие интегрированной информационной инфраструктуры и среды для формирования и опубликования результатов исследований, учебно-просветительских материалов и наукоемких информационных моделей территориально-распределенных процессов и явлений в системе критериев и индикаторов устойчивого развития. Ключевые технологические особенности формирования гибридного подхода к решению проблемы – создание геоинформационных средств анализа и визуализации многомерных данных, создание математического и программного обеспечения для интерактивных сетевых масштабируемых моделей данных, численных моделей социально-экономических и природных процессов с использованием технологий нейронных сетей, экспертных систем.

Другая прикладная проблема – разработка математического и программного обеспечения геоинформационной интернет-лаборатории проблем экологии и регулирования природопользования. Исследование направлено на создание информационной среды и средств интеграции усилий ученых разной специализации для решения задач экологического моделирования на основе единой информационно-аналитической системы на-

учно-исследовательских организаций Красноярска. Интегрированные информационные технологии позволяют объединить монопредметные научные разработки с комплексными данными мониторинга и обеспечить наглядные средства анализа сложных экологических явлений.

Важным направлением прикладных исследований по проекту является создание сложных прикладных информационно-аналитических систем и систем поддержки управления в крупных территориально-отраслевых структурах: здравоохранении, образовании, в системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Развитие методов и инструментальных средств OLAP-анализа, включая язык высокого уровня для построения аналитических моделей и цепочек моделей, расширение инструментария аналитического эксперимента позволят реализовать аналитические модели для формирования территориальных программ государственных гарантий обеспечения населения бесплатной медицинской помощью, модели для расчета подушевых нормативов финансирования бесплатной медицинской помощи, аналитические модели для анализа и планирования медицинских услуг.

Интегрированные ГИС-интернет системы будут применены для популяризации научных исследований, для создания обучающих систем дистанционного обучения, как тренажеры для отработки навыков и освоения современных информационных технологий.

Экспертные ГИС и ГИС-Интернет технологии будут использованы для решения задач по предупреждению и ликвидации ЧС на промышленных объектах, построения систем мониторинга паводкоопасных территорий и ситуаций.

Состояние работ

Почти два десятилетия в ИВМ СО РАН проводятся исследования в области технологий проектирования и реализации интеллектуальных информационных систем. Имеется опыт разработки экспертных систем, экспертных геоинформационных систем, интегрированных систем для разных прикладных областей.

Получены важнейшие результаты в области создания гибридных и интегрированных интеллектуальных технологий и прикладных систем, построенных на их основе.

Разработаны гибридные модели знаний, позволяющие выполнять геомоделирование с элементами активизации семантической информации ГИС. Модели относятся к продукционно-фреймовому типу с полисемантической интерпретацией. Особенностью модели является применение универсальных синтаксических конструкций для представления разных видов неопределенности.

Предложены методы построения статических и динамических параллельно-последовательно-альтернативных структур знаний, которые позволяют анализировать логические связи в системе продукций. Динамические структуры знаний применены для моделирования развития сложных сценариев и анализа последствий ЧС.

Предложена объектно-ориентированная реализация языка представления знаний. Разработаны алгоритмические и программные средства, предложена технология построения экспертных геоинформационных систем.

Апробация выполнена для задач предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Реализована и внедрена на всех территориях края экспертная геоинформационная система ЭСПЛА для поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации химических аварий (разработка награждена почетным дипломом МЧС России) [7-10, 14], рис. 1.

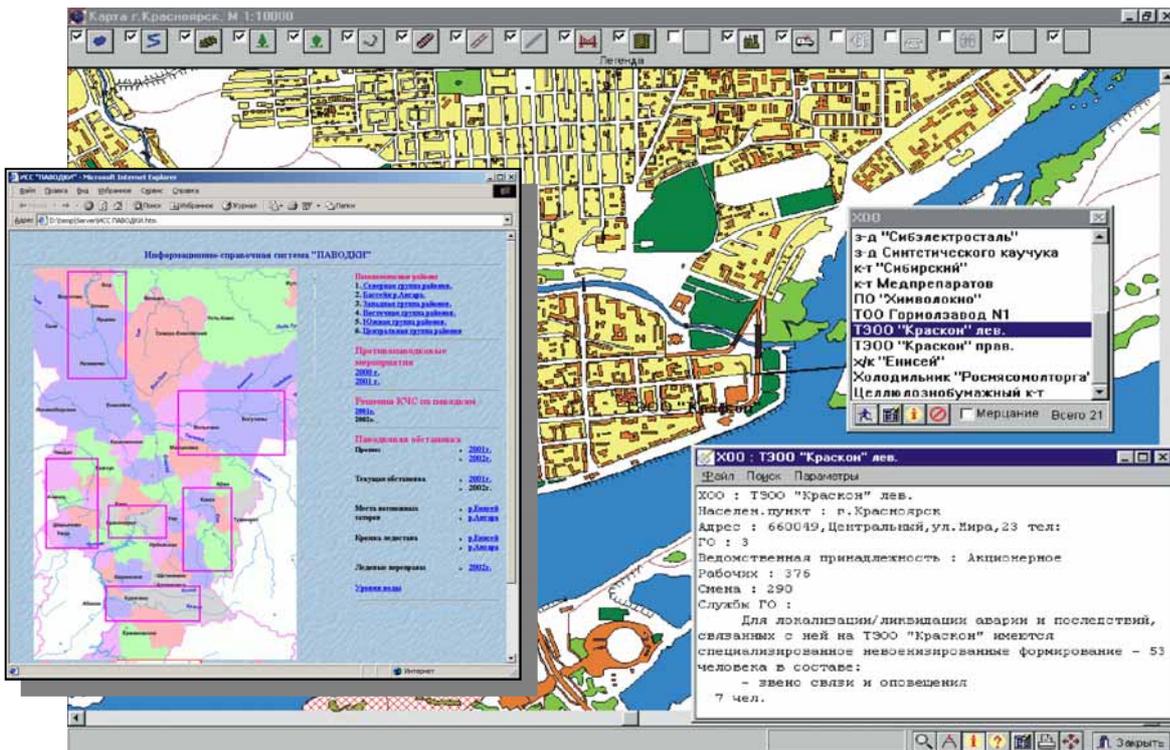


Рис.1. Экспертная геоинформационная система ЭСПЛА и Интернет ГИС «Паводки»

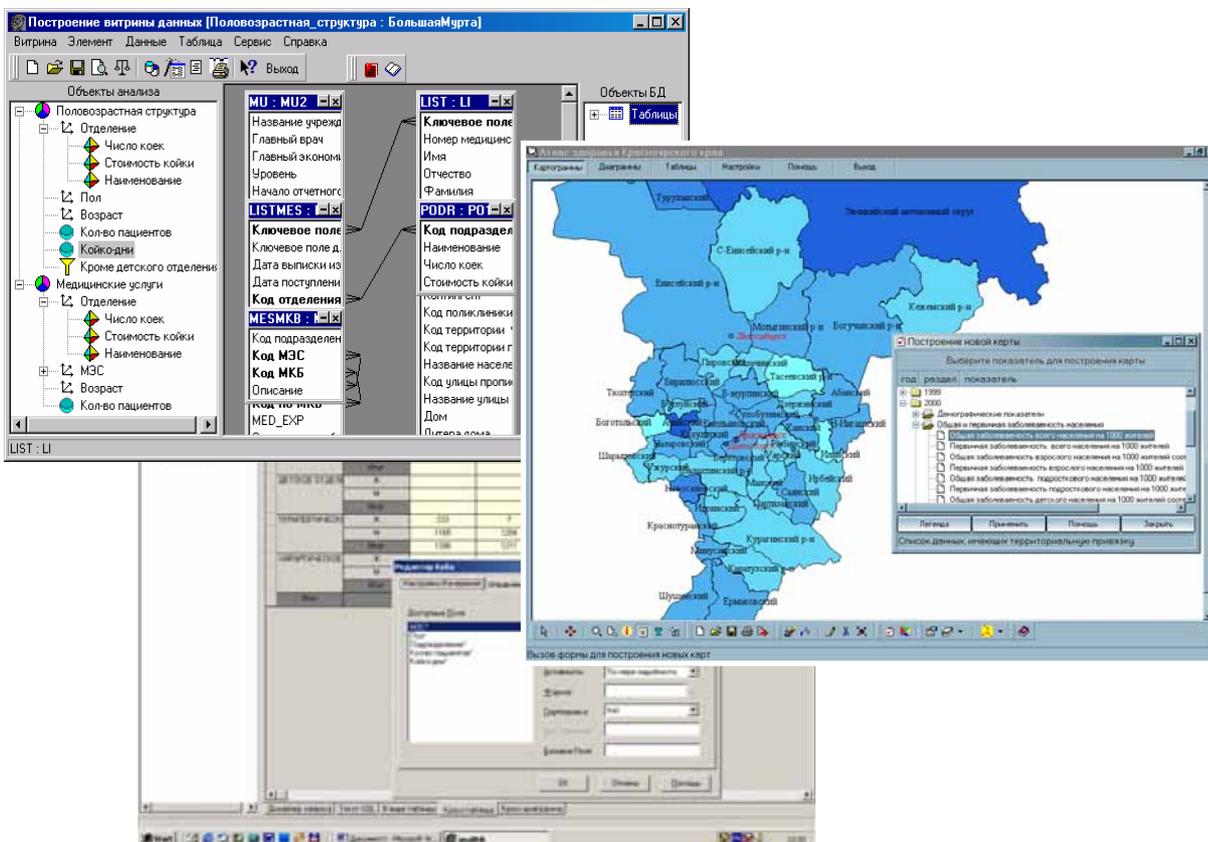


Рис.2. OLAP система «Аналитик» и ГИС «Атлас здоровья»

С 2000 года при поддержке органов управления здравоохранением Красноярского края ведутся работы по созданию аналитических систем и решению задач планирования медицинской помощи, автоматизации сбора медицинской статистической отчетности и др. Предложены оригинальные технологические решения, основанные на понятиях аналитической модели и цепочки аналитических моделей и их реализации OLAP-средствами. Разработана оригинальная инструментальная информационно-аналитическая система «Аналитик», получившая высокую оценку специалистов. С применением системы «Аналитик» решаются задачи анализа заболеваемости, смертности населения и др. За разработку системы «Аналитик» ИВМ СО РАН удостоен диплома Всероссийского выставочного центра, коллектив разработчиков награжден золотыми и серебряными медалями ВВЦ. В ИВМ СО РАН разработана также аналитическая геоинформационная система «Атлас здоровья Красноярского края», которая позволяет средствами ГИС анализировать данные о демографическом составе населения – состав, рождаемость, смертность, инвалидизация и др., анализировать показатели заболеваемости по половозрастным группам, данные о состоянии ресурсов здравоохранения и системы обязательного медицинского страхования, включая кадровое обеспечение, финансирование и другие показатели [11-13].

За последние несколько лет лабораторией моделирования неравновесных систем ИВМ СО РАН были разработаны программные продукты, в которых на базе нейросетевого подхода реализованы новые методы обработки данных, такие как нелинейный факторный анализ, извлечение знаний из данных, моделирование и отображение в наглядной форме данных произвольной природы. Это программа нелинейного факторного анализа FAMaster, нейроимитатор NeuroPro, нейросетевая аналитическая система GISNNAnalyzer, программа визуализации многомерных данных VidaExpert. Разработанные технологии позволили исследовать большое количество таблиц данных самой разнообразной природы – экономических, медицинских, биологических, экологических и т.п.; созданы нейросетевые экспертные системы, прошедшие испытания и реально используемые на практике [1-6].

В лаборатории систем территориального управления разработаны программные прототипы электронной лаборатории моделирования территориально-распределенных процессов и явлений. С работой геоинформационной интернет системы моделирования загрязнения атмосферы и реки можно познакомиться по адресу <http://www.torins.ru>. Авторы проекта имеют значительные заделы в области разработки и программной реализации математических и численных методов решения задач анализа и прогноза состояния окружающей среды [15, 16].

В ИВМ СО РАН также проводятся исследования процессов развития и корректировки здоровья человека на организменном и популяционном уровнях в условиях неполной информации о характере влияния на них социально-экономических и экологических факторов. Последнее имеет особенно важное значение в экстремальных климатических условиях Сибири и Севера, усложняющих закономерности воздействия внешней среды на состояние здоровья человека. Разработана и исследована непараметрические модели стохастических зависимостей коллективного типа, что создает научную основу обобщения предложенного подхода при решении задач распознавания образов при разнотипных данных. Разработаны и исследованы новые оценки плотности вероятности ядерного типа для условий больших выборок, являющиеся теоретической основой построения высокоэффективных непараметрических процедур обработки информации. Предложен оригинальный структурно-параметрический подход оптимизации сложных непараметрических решающих правил с использованием метода стохастического программирования и рандомизированной стратегии выбора параметров размытости ядерных функций. Созданы программные средства, реализующие указанные результаты теоретических исследований [17].

Литература

1. Горбань А.Н., Зиновьев А.Ю., Питенко А.А. Визуализация данных. Метод упругих карт. // Нейрокомпьютеры. 2002. №4. с.19-30.
2. Зиновьев А.Ю., Питенко А.А., Попова Т.Г. Практическое применение метода упругих карт. // Нейрокомпьютеры. 2002, №4. с.31-39.
3. Горбань А.Н., Россиев А.А. Итерационное моделирование неполных данных с помощью многообразий малой размерности. // Нейрокомпьютеры. 2002, №4. с. 40-44.
4. Dergachev V.A., Gorban A.N., Rossiev A.A., Karimova L.M., Kuandykov E., Makarenko N.G., Steier. The filling of gaps in geophysical time series by artificial neural networks // Radiocarbon. – V. 43, – №2. – 2001. – P. 343-348.
5. Gorban A.N., Pitenko A.A., Zinov'ev A.Y., Wunsch D.C. Vizualization of any data using elastic map method // Smart Engineering System Design. 2001, V.11, p. 363-368.
6. Горбань А.Н. Нейроинформатика: кто мы, куда мы идем, как путь наш измерить// Информационные технологии, изд-во "Машиностроение". – М. – 2000. № 4, – С.10-14.
7. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности. Красноярский край. – М.: «Знание», 2001. – С. 398-408, 446-480.
8. Дмитриев А.И., Исаев С.В., Карев В.Ю., Нейман К.А., Ноженкова Л.Ф., Шатровская Е.В. Экспертная геоинформационная система ЭСПЛА. - Красноярск: ИВМ СО РАН, 1998. - 112 с.
9. Ноженкова Л.Ф. Экспертные геоинформационные системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций / Вычислительные технологии. – 1999. – Том 4, Специальный выпуск. – С.111-118.
10. Москвичев В.В., Ноженкова Л.Ф., Лепихин А.М., Шатровская Е.В., Родионова О.С. Разработка ГИС «Безопасность региона» / Вычислительные технологии. – 2000. – Том 5. спец. выпуск. – С. 37-48.
11. Агаханова Г.А., Виноградов К.А., Корчагин Е.Е., Ноженкова Л.Ф., Шнайдер И.А. Здоровье населения и здравоохранение Красноярского края на рубеже веков. – Красноярск: ГУП ПИК «ОФСЕТ», 2001. – 192 с.
12. Назимова Д.И., Ноженкова Л.Ф., Андреева Н.М., Поликарпов Н.П. Прогнозирование трансформаций лесного покрова Сибири по информационным биоклиматическим моделям. – Сибирский экологический журнал, № 4, 2002. – С. 385-394.
13. Ноженкова Л.Ф. Системы и технологии многоуровневой информационно-аналитической поддержки территориального управления / Информационно-аналитические системы и технологии в здравоохранении и ОМС // Труды всероссийской конференции. – Красноярск: КМИАЦ, 2002. – С.27-34.
14. Ноженкова Л.Ф., Ничепорчук В.В. Информационное обеспечение мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Красноярском крае / Вычислительные технологии, 2003. – Том 8, Специальный выпуск. – С.111-118.
15. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Программное обеспечение и технологии геоинформационных систем // Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 112 с.
16. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Модели оценки и прогноза загрязнений атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города // Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 168 с.
17. Лалко А.В., Чепцов С.В. Непараметрические системы обработки информации. – М.: Наука, 2000. – 350с.

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ

И.А. Шереметов, Д.Г. Горбатков

*Красноярский краевой комитет по управлению государственным имуществом
Красноярский государственный технический университет, г. Красноярск*

Аннотация. Авторами исследуется процесс декомпозиции проблемных областей в структурные модели с системно-аналитической позиции с целью формирования конструктивного и обоснованного подхода к принятию решения в сложных, слабо формализуемых системах. Рассматривается пример применения результатов исследования в дорожно-строительной отрасли.

Методы управления социальными, производственными и экономическими объектами (системами) на региональном уровне существенно изменились. Если ранее функция генерации управленческих альтернатив являлась прерогативой высшего руководства, зачастую не имевшего отношения к управляемому объекту, то в новых условиях не только номинальный руководитель, но и прочие ключевые фигуры каждого административно и экономически управляемого объекта вынуждены выполнять ответственную функцию формирования и принятия решения на своем иерархическом уровне – ранге управления. Другими словами, не только бывший директор получил функции ЛПР, но и прочие фигуры административной структуры стали менеджерами в своей подсистеме, а ключевые фигуры – топ менеджерами. Главной отличительной чертой текущего момента (с системной позиции) является то, что такие объекты (юридические лица) теперь, выполняя конкретные функции в прикладной области, необходимо должны формировать **собственные цели** различного ранга, в то время как в условиях директивного управления они обязаны были реализовывать **лишь назначения** предписываемые метаобъектом. Достижение **собственных целей**, как правило, вытекающих **из принципов жизнеобеспечения**, как подсистемой, так и объектом в целом, требует изменения мотивов, стиля и повседневных функций всех менеджеров организационных структур. Способность **принимать решения на множестве допустимых альтернатив** становится главным критерием дееспособности сотрудников - менеджеров. Для обеспечения этой функции необходимы специализированные методы и средства, включающие информационные технологии.

Весь процесс декомпозиции проблемной области или формирования структурной модели проблемной области делится на три этапа:

1. **Формулирование цели** – первый и наиболее ответственный этап декомпозиции проблемной области. Только корректная и адекватная проблемной области формулировка цели позволяет построить структурную модель, правильно отражающую проблемную ситуацию. Это следует из того, что модель является целевым отображением реальной системы. Следует точно представлять, что цель должна отражать причины возникновения проблемной ситуации, а не просто ее проявления.

Вся рассматриваемая система работает с целью “Эффективного усовершенствования дорожно-строительной техники подрядчика, посредством механизма заявок”.

2. **Генерация списка альтернатив для выбора, планирования или анализа** – предполагается, что состав списка альтернатив становится очевиден после формулирования цели и анализа проблемной области. Единственное исключение составляют задачи планирования и прогноза – здесь исследователю необходимо проводить дополнительный анализ предметной и проблемной области с целью выявления возможных альтернатив, но эта операция зависит от каждой конкретной предметной области и может быть инди-

видуальной для каждой целевой функции будущей структурной модели проблемной области.

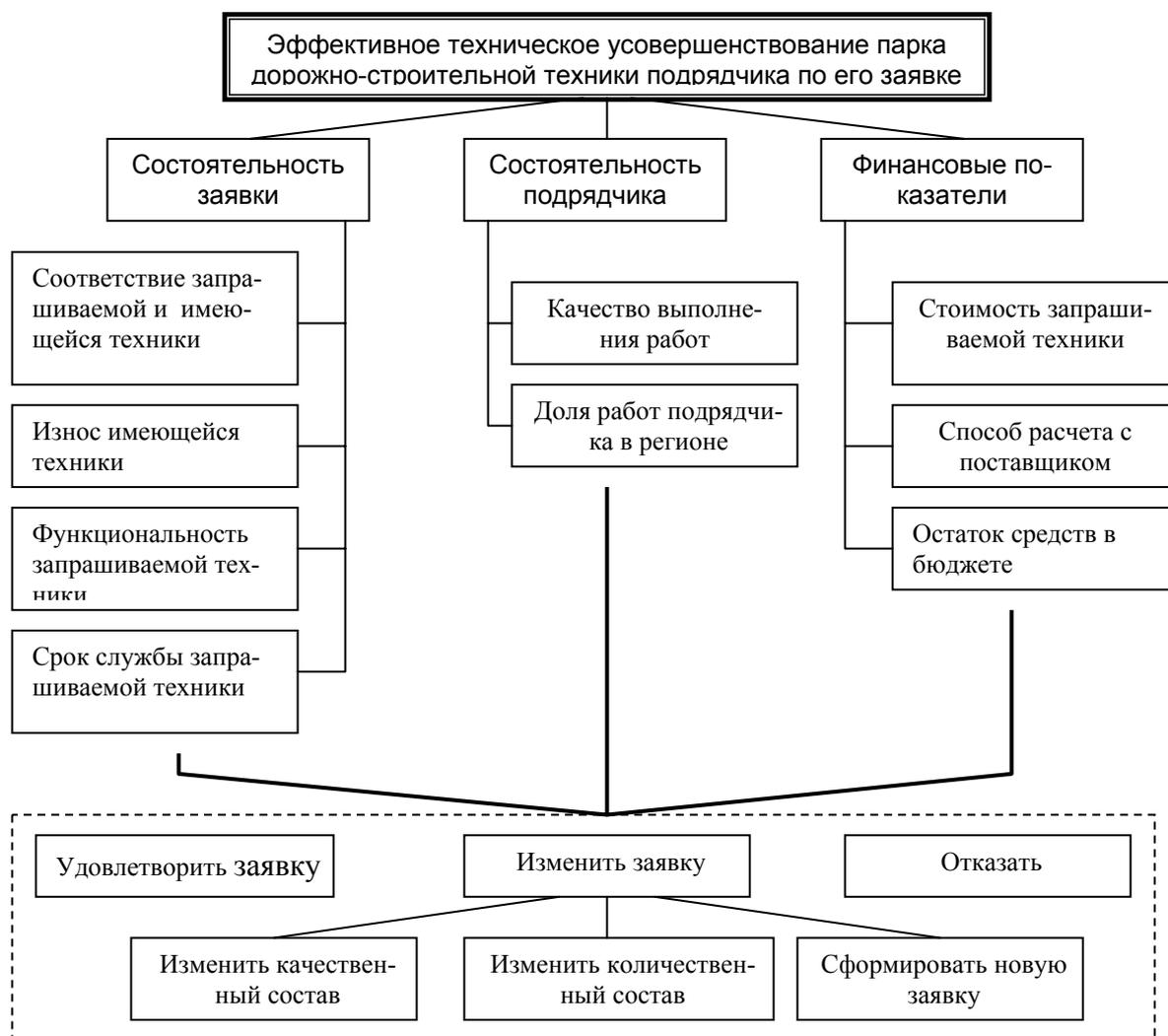


Рис. 1. Структурная модель системы “Принятие решения по заявке подрядчика”

Задача принятия решения в Дорожном Фонде имеет три альтернативы: “Удовлетворить заявку”, “Изменить заявку” или “Отказать”, при этом альтернатива “Изменить заявку” может быть детализирована и состоять из альтернатив: “Изменить качественный состав”, “Изменить количественный состав” и “Сформировать новую заявку”.

3. **Формирование структурной модели** – собственно процесс формирования структурной модели – представляет собой заполнение центральной части этой модели, так как верхний уровень – цель и нижний уровень – альтернативы уже построены. Этот заключительный этап состоит из двух процессов:

- Построение содержательной модели проблемной области.
- Построение структурной модели проблемной области на основе содержательной модели.

Содержательная модель может быть представлена в любом виде (в виде модели состава, сети, схемы любого типа и т.д.). Эта модель нужна исследователю только для построения структурной модели и в дальнейшей работе системы принятия решения не участвует. Технология построения и способ представления содержательной модели индивидуальны для каждого исследователя и каждой проблемной области.

Структурная модель представляется в декларированном виде – иерархия с множественным подчинением (доминантная иерархия) и строится с помощью наложения структурной схемы на содержательную модель

В конструктивной иерархической структурной модели должны выполняться следующие условия:

– сущности на одном уровне структурной схемы должны быть одного типа и не должны состоять в отношениях влияния или отношениях состава относительно связанной с ними сущности, расположенной уровнем выше. Другими словами, сущности одного уровня должны быть независимыми и одинаковы по своей структуре или своей целевой функции в пределах той структурной модели, в которую они входят.

– между уровнями, связанными отношениями влияния, может находиться любое количество уровней, связанных отношением состава.

– между уровнями структурной схемы возможны только “отношения влияния”.

На основании вышеизложенного метода и анализа предметной, выяснилось, что на достижение цели влияют три сложных критерия (рис. 1): “Состоятельность заявки”, “Состоятельность подрядчика” и “Финансовые показатели”. Каждый из этих критериев состоит из количественных и качественных показателей, которыми оперирует отдел аналитики. Все отношения, кроме отношений между критерием “Финансовые показатели” и его подкритериями являются RI_1 - “отношениями влияния”. Отношения критерия “Финансовые показатели” и его подкритериями являются RS - “отношением состава”.

Таким образом, процесс декомпозиции проблемной области в конструктивную иерархическую структурную модель, при всей своей сложности, с помощью системных позиций становится более формализуемым процессом, чем это было на этапе анализа содержательной модели. Это дает нам право утверждать, что система принятия решений, разрабатываемая в настоящей работе, является состоятельной и универсальной одновременно по отношению к сложным слабо формализуемым системам.

Литература

1. Саати Т.Л., Кернс К. Аналитическое планирование: Организация систем. – М.: “Радио и связь”, 1991. – 223 с.
2. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: “Радио и связь”, 1993. – 314 с.
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. – Томск: Издательство НТЛ, 1997. – 396 с.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ КАК ФАКТОР ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Т.Г. Шереметова

*Главное управление развития экономики и планирования администрации
Красноярского края*

Красноярский край – это субъект Федерации, который давно и широко использует в практике прогнозирования развития хозяйственного комплекса в целом и освоения отдельных проблемных регионов ресурсного типа программно-целевой подход.

За последние 5 лет творческими коллективами подготовлено несколько прогнозных документов по развитию Красноярского края:

- “Концепция государственной поддержки Красноярского края в углублении экономических реформ “Центр – регион донор”. – Красноярск, 1997 г.
- “Концепция устойчивого развития Красноярского края”. – Красноярск, 1998 г.

- “Федеральная целевая программа “Сибирь” (основные положения экономического и социального развития Сибири на период до 2005 г.). – Москва-Новосибирск, 1998 г.
- Проект “Федеральной целевой программы стабилизации социально-экономического развития положения и перехода к устойчивому развитию Красноярского края в период до 2007г.” – Москва, 1999 г.
- “Концепция промышленной политики Красноярского края до 2010 г.”. - Красноярск, 2001 г.
- “Концепция социально-экономического развития Красноярского края на период до 2010 г.” – Красноярск, 2001 г.
- Проект Программы социально-экономического развития Красноярского края на период до 2010 г.” – Красноярск, 2002г.

В документах с разной степенью детальности представлена характеристика современного состояния экономики края, социально-экономические последствия адаптации края к условиям рыночной экономики края.

В дореформенный период Красноярский край имел по сравнению с другими районами страны достаточно высокие показатели эффективности развития производительных сил. Помимо крупнейших запасов природных ресурсов край обладал значительным национальным богатством, воплощенным в стоимость основных фондов отраслей экономики.

Удельный вес Красноярского края в 1990 году по стоимости основных фондов отраслей экономики в России был немногим более 3%. Однако он находился в первой пятерке субъектов РФ: его опережали только Тюмень и Москва и он был на одном уровне с Московской областью и Санкт-Петербургом. В рамках СФО рассмотрены (в том числе и с использованием экономико-математических моделей) сценарии развития края при различных темпах выхода страны из кризиса и варианты реализации социальной и промышленной политики в крае.

Являясь одним из наиболее типичных регионов реализации государственной парадигмы “сдвига производительных сил на Восток”, край по-прежнему активно участвует в межрегиональном и международном территориальном разделении труда и имеет резерв для расширения этих связей, несмотря на то, что в 90-е годы очень сильно “ощутил” свое глубинное положение и его экономика испытала большие трудности в связи с резкими колебаниями транспортных тарифов.

К началу XXI века край выступает одним из “интегрирующих” регионов, транспортно-географическое положение которого становится важным благоприятным фактором не только для собственного развития других регионов Сибири (место пересечения перспективных международных авиамаршрутов и единственный выход для всей Средней Сибири в освоенный сектор Арктики).

Транспортная система края при этом является важнейшим материальным каркасом межрегиональной интеграции и межрайонного сотрудничества как внутри России, так и при осуществлении международных торгово-экономических связей.

Следует отметить, что край обладает необходимыми предпосылками и уже имеет определенный опыт организации внутрирегиональных вертикальных и горизонтальных связей как между отдельными хозяйствующими субъектами, так и между отдельными территориями и АТО.

Как объект внутренних интеграционных связей край имеет специфические черты. Среди специфических черт Красноярского края особенно выделяются следующие.

- Значительная часть территории края имеет ярко выраженную сезонную транспортную доступность и хозяйственная деятельность в ее пределах подчинена режиму сезонного завоза грузов.

– Регион выделяется крайне неравномерным освоением территории, что обусловлено не только большой дифференциацией природно-климатических условий, но и историческим прошлым, транспортной доступностью отдельных частей территории и составом ресурсов.

– Край отличается очень высокой дифференциацией отдельных территорий и АТО по уровню социально-экономического развития.

Реалии рыночной экономики выявили целый ряд факторов по уже имеющей место практике по осуществлению хозяйственных и других связей как между отдельными административными районами, так и между городами и административными районами края. Для продолжения такого движения транспортный фактор является одним из определяющих. Тезисно эту ситуацию можно изложить следующим образом.

1. Изменение пространственной структуры социального обслуживания населения.
2. Формирование новых условий экономического взаимодействия АТО.
3. Структурная специализация АТО края.
4. Формирование новых экономических отношений
5. Устранение различий в хозяйственной специализации АТО.
6. Совершенствование взаимодействия различных видов транспорта и хозяйствующих субъектов на основе развития логистических принципов грузодвижения.

В качестве доминирующих составляющих критерия отбора путей развития транспортной системы края выступают требования:

- максимального использования потенциала (в самом широком понимании этого термина) каждого АТО;
- усиления интеграции АТО с целью повышения устойчивости их налогооблагаемой базы;
- создание условий образования и функционирования прогрессивных форм вертикальной и территориальной интеграции хозяйствующих субъектов;
- создание благоприятного климата для отечественных и иностранных инвесторов.

Создание единой информационной системы транспортного комплекса Красноярского края позволит охватить все функции управления транспортными потоками и окажет комплексное воздействие на все сферы экономики края. Этой цели должна послужить реализация целевой программы «Информатизация Красноярского края» и ее составной части, подпрограммы «Информатизация транспортного комплекса». Созданный администрацией края Центр транспортной логистики должен стать центром аккумуляции и обработки информации, построения логистических схем товародвижения, а впоследствии и центром стратегического планирования развития транспортного комплекса. Консолидация интересов всех субъектов транспортного процесса в едином информационном пространстве может стать основой территориальной интеграции хозяйствующих субъектов.

Изложенное выше следует рассматривать в качестве предложений по разработке основ, принципов и критериев совершенствования транспортной системы как фактора интегрированных процессов в регионе. Конкретные же предложения должны выработаться и обосновываться в процессе совместной работы научных и проектных организаций и соответствующих органов краевой власти и местного самоуправления.

ПАСПОРТИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS - СЪЁМКИ

В.В. Янкевич

*Дорожный проектно-изыскательский научно-исследовательский институт
Красноярский Филиал "Иркутскгипродорнии", г. Красноярск*

Строительство и модернизация автомобильных дорог в России идёт ускоренными темпами. Правительству понадобилось меньше часа, чтобы одобрить проект представленной Минтрансом новой государственной программы «Дороги России XXI века». Тем не менее, даже при полной реализации этой программы, дорожная сеть страны не будет соответствовать потребностям экономики. Необходимо более 1,5 миллионов километров дорог, реально существует 925 тысяч – как правило, не очень высокого качества.

В проектировании занято множество инженеров-конструкторов, использующих компьютерное программное обеспечение. Данная статья предлагает способ решения проблемы паспортизации автомобильных дорог в условиях крайнего Севера.

На данном пути существует множество проблем, таких как невозможность работы геодезических приборов при отрицательных температурах, связанные с этим ожидание летнего времени и дороговизна съёмки. Простое визуальное описание дороги часто является недостаточным, так как по нему невозможно построить цифровую модель местности (ЦММ) и продольный профиль дороги. ЦММ позволяет смоделировать проектируемую дорогу в виртуальном пространстве, осмотреть её в режиме реального времени, исследовать влияния на экологическую обстановку.

Сложность задач, решаемых при проектировании программных систем, можно проследить по учебникам, учебным пособиям и монографиям, написанным такими отечественными и зарубежными учеными и проектировщиками как Вендров А. М., Паронджанов С. Д., Новиков Л., Бобров В. А., Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh. Таким образом, создание программной системы, ориентированной на определенную предметную область, является задачей, требующей значительных творческих усилий, понимания запросов людей, работающих в той сфере, для которой разрабатывается соответствующий продукт, а также исследований существующих наработок с целью сокращения времени на разработку системы [1].

Наиболее перспективным решением проблемы постоянного обновления пространственной информации является применение GPS при сборе данных. Это позволяет собирать не только пространственную (картографическую) информацию в цифровом виде, но и связанные с ней семантические данные [2]. Метод сбора данных с помощью GPS-приемников принципиально не отличается от полевых геодезических работ традиционным методом (теодолит, светодальномер или тахеометр).

Помимо задач сбора и обновления информации GPS решает и еще одну важную проблему – создание жесткой координатной основы цифровой подложки. Как известно, любой объект цифровой карты имеет вполне определенные координаты, “привязанные” к жесткой координатной основе. Как правило, исходной координатной основой являются пункты ГГС [3] (государственной геодезической сети), более или менее равномерно расположенные на территории России. Но в ходе создания карт, обработки материалов аэрофотосъемки, оцифровки имеющихся карт, возникает задача уточнения или трансформации исходной координатной основы. Эти проблемы решались ранее и решаются теперь развитием и сгущением геодезических сетей на основе более высокоточных. Но развитие геодезических сетей с применением традиционных приборов и методов – слиш-

ком долгий, дорогой процесс, особенно там, где внешние условия (отсутствие прямой видимости на залесенной территории, в горах, в городах и пр., плохие погодные условия) препятствуют проведению традиционных геодезических работ. Учитывая общую географическую ситуацию России, можно говорить о неэффективности применения традиционных методов геодезии на большей части российской территории. Поэтому применение GPS может существенно снизить затраты на проведение комплекса работ по созданию координатной основы, а главное повысить точность и надежность геодезической сети [7].

Практическое использование спутниковой навигационной системы имеет ряд преимуществ:

- точность определения координат пунктов выше, чем точность, полученная средствами традиционной съемки;
- координаты пунктов определяются с одинаковой точностью в любой точке;
- временные затраты на определение координат точек меньше, чем при использовании традиционной наземной съемки.

Вместе с тем, внедрение аппаратуры спутниковой системы определения координат требует решения ряда задач, одна из которых – получение с высокой точностью результатов измерений в местной системе координат. Задача возникает в связи с тем, что GPS оборудование и программное обеспечение в основном режиме выдают результат в системе WGS-84.

Программное обеспечение постобработки позволяет рассчитать параметры перехода из WGS-84 в требуемую местную систему на основании известных координат двух или трех пунктов в обеих системах. Но на этом пути имеется ряд трудностей.

– каталожные координаты пунктов в местной системе координат определены с ошибкой, достигающей нескольких десятков сантиметров.

– GPS-измерения координат опорных пунктов также выполняются с ошибкой, вызываемой ионосферными и тропосферными задержками сигнала, многолучевым распространением сигнала, процедурами переключения спутников, наличием препятствий между спутниками и антенной приемника. Часть суммарной ошибки измерения устраняется в результате дифференциальной коррекции [5]. Но плохая геометрия видимых спутников, их малое количество, ослабление сигнала препятствиями (кроны деревьев и т.д.) и многолучевость могут привести к ошибкам, превышающим 30 см на базовых линиях.

В результате, если рассчитать параметры перехода из системы WGS-84 в местную систему, то ошибки последующего преобразования измеренных координат в местную систему будут в некоторых случаях составлять метры.

С целью решения задачи перехода в местную систему координат в условиях описанных выше трудностей необходимо проведение работ по созданию и использованию локальной сети пунктов GPS [4].

Зимние автодороги имеют стихийный характер. Первый грузовой автомобиль, проехавший по снегу, очень часто определяет направление и местоположение зимника. Обновление картографической информации по зимним автомобильным дорогам ведётся очень медленно. Некоторые карты не обновляются с 1964 года. Это связано с низкой заселённостью северных территорий. Предложенный способ применения GPS является экономически выгодным и осуществляемым одним человеком.

На крыше грузового автомобиля устанавливается антенна, принимающая спутниковые сигналы, поступающие в приемник GPSMAP 76 S [6]. При движении осуществля-

ется постоянная запись курса с интервалом взятия точек в 200 метров. Такой режим позволяет снимать маршрут длиной около 250 км, без потери информации. Снятие показаний местоположения велось не только по курсу движения, но и по отдельным точечным объектам. Такими объектами были начало и конец подъемов, места пересечения ручьев, тригопункты. Кроме этого, каждую дорогу проезжали по два раза, увеличивая точность съёмки маршрута.

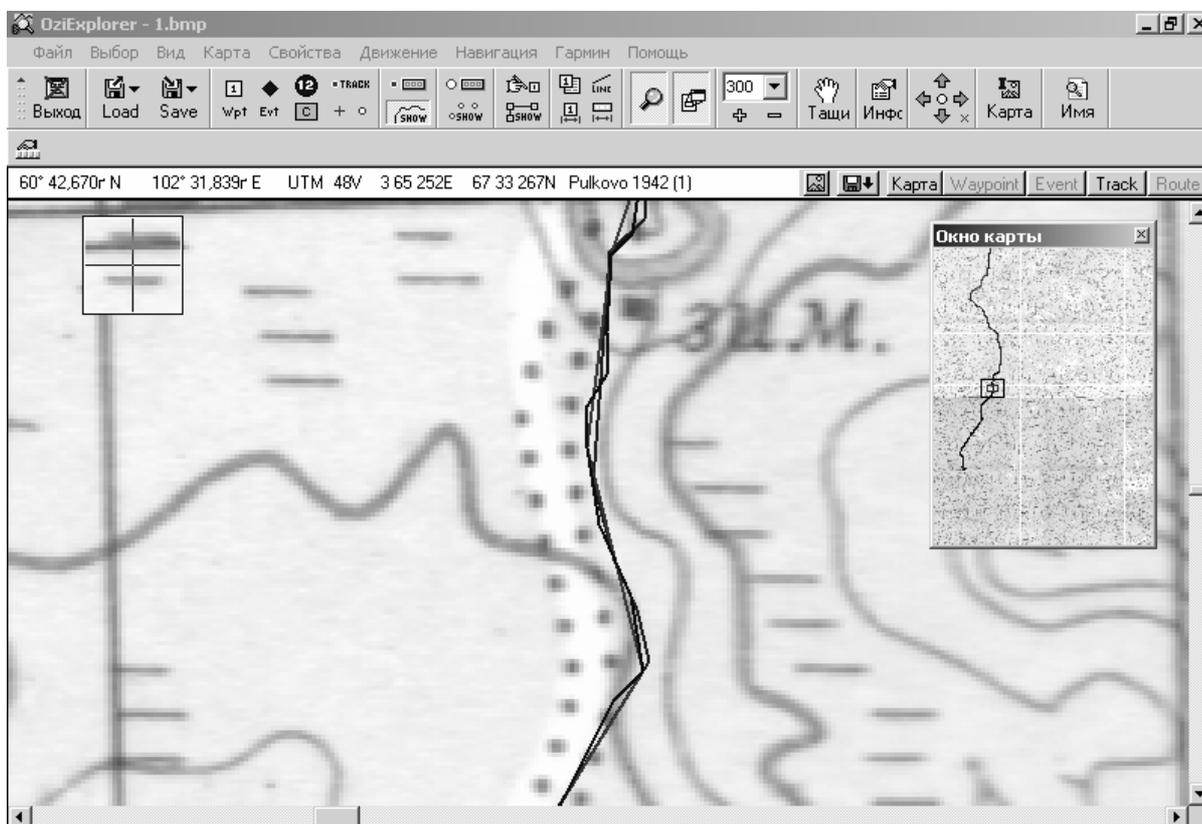


Рис. 1. Маршруты в программе OziExplorer

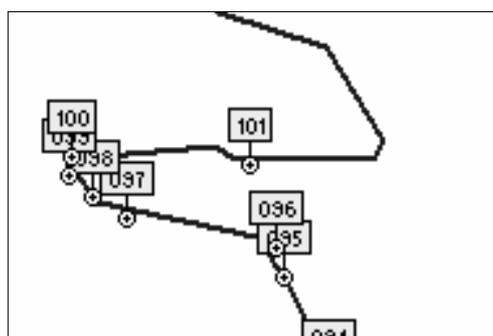


Рис. 2. Маршрут и путевые точки

По принятому методу GPS снимает, в лучшем случае, одну точку на некоторые повороты дороги. Таким образом, срезаются углы, и расхождение со спидометром составляет около 4 километров на 100. Дополнение маршрута съёмкой путевых точек улучшает этот показатель до 1 километра.

Каждый маршрут сохраняется в текстовый файл, содержащий координаты широты и долготы путевых точек прямого и обратного маршрутов. После этого с помощью вспомогательной программы производится сортировка массива точек.

Алгоритм работы программы. Оператором выбирается начало маршрута, например, населённый пункт, и записываются его координаты в первую строку файла. Затем по методу наименьших квадратов выбирается ближайший сосед из массива точек. На следующем шаге ищется ближайший сосед только что найденной точки. Таким образом, сортируется весь массив.

Отсортированный текстовый файл, после добавления в него описания проекции, превратится в обменный формат программы MapInfo, без проблем открывающийся в данной программе.

Литература

1. Баранов В.Н., Бойко Е.Г. и др. "Космическая геодезия". – М.: Недра, 1989.
2. Бугаевский Л.М. "Математическая картография". – М.: Златоуст, 1998.
3. Мориц Г. "Современная физическая геодезия". – М.: Недра, 1983.
4. Основные положения о государственной геодезической сети России. – М., 1997.
5. Галазин В.Ф., Базлов Ю.А. и др. "Совместное использование GPS и "Глонасс", 1997.
6. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. – М.: Радио и связь, 1992.
7. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ. Справочное пособие.– М.: Картгеоцентр – Геоиздат, 1996.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ¹

А.А. Кадочников, Д.А. Песегов, О.Э. Якубайлик

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

Введение

Для задач муниципального и регионального управления высокую важность сегодня приобретают технологические решения, способные справляться с мониторингом объектов и процессов в режиме реального времени. Одна из разработанных систем принадлежит как раз к такому типу – это геоинформационная система мониторинга автотранспорта в режиме реального времени.

Сферы практического применения систем мониторинга автотранспорта достаточно разнообразны: управление парком автомобилей, организация движения пассажирского транспорта, охрана грузов и водителей, защита от угона и возврат угнанных автомобилей, мониторинг удалённых подвижных объектов, начиная от скоропортящихся грузов и заканчивая природными объектами и ресурсами, туризм, а также военные приложения.

Система мониторинга автотранспорта позволяет в зоне своего действия определять координаты объектов и контролировать состояние объекта по сигналам связанных с ним датчиков. Местоположение, траектории движения, состояние и параметры сопровождаемых объектов могут отображаться на специализированных диспетчерских станциях наблюдения и через сети общего пользования с привязкой к электронной карте.

В системах мониторинга применяют два основных способа – размещением на подвижных объектах специальных устройств, определяющих собственные координаты

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ–ККФН (проекты 03-07-96138 и 03-07-96139 p2003зенисей_в)

(спутниковые системы позиционирования), или размещением на подвижных объектах устройств, позволяющих определить его координаты извне (системы навигации с применением радиолокационных методов).

Возникает необходимость в разработке программного обеспечения для системы мониторинга автотранспорта, которое может использоваться с различными аппаратными платформами.

На рисунке 1 представлена структурно-функциональная схема системы мониторинга автотранспорта.

Разработку программного обеспечения для системы мониторинга автотранспорта можно разделить на несколько этапов:

- Подготовка картографического материала.
- Построение базы данных.
- Разработка программного обеспечения для управления базой данных.
- Разработка программного обеспечения для мониторинга автотранспорта.

Подготовка картографического материала

Подготовка и преобразование данных – это один из трудоемких и необходимых этапов для создания векторной основы. Для правильной работы системы необходима точная привязка картографических данных. Подготовку картографических данных для системы мониторинга автотранспорта можно разделить на несколько этапов:

- Оцифровка бумажных карт.
- Точная привязка, например, с помощью космических снимков.
- Преобразование к нужному формату. Это необходимо, потому что разрабатываемое программное обеспечение использует определенный формат картографических данных.

Построение базы данных

После снятия показаний с датчиков данные отсылаются аппаратуре слежения, проходят первичную обработку, вычисление координат и помещаются в центральное хранилище данных – реляционную базу данных, размещенную на центральном сервере системы. Для хранения данных о состоянии объектов в базе данных можно использовать три таблицы:

- оперативная – хранит полный набор состояний за последний час;
- оптимизированная – значения без дублирования за последние сутки;
- архивная – интерполированные значения в течение месяца.

Время хранения в той или иной таблице настраиваемо. В каждый момент времени все три основные таблицы для хранения истории состояний объектов содержат непересекающиеся, но смыкающиеся по времени наборы данных. При этом наиболее редко используемые данные постепенно оптимизируются по размеру (грубо интерполируются) и выводятся на постоянное хранение в архив.

Разработка программного обеспечения для управления базой данных

Программа администрирования списка объектов, пользователей и прав доступа пользователей. Эта программа предназначена для ведения списков объектов и рядовых пользователей системы, позволяет определять их права на доступ к объектам. Доступны операции создания, редактирование и удаления пользователей. При этом все операции дублируются как в системной базе данных СУБД, так и в базе данных мониторинга объектов.

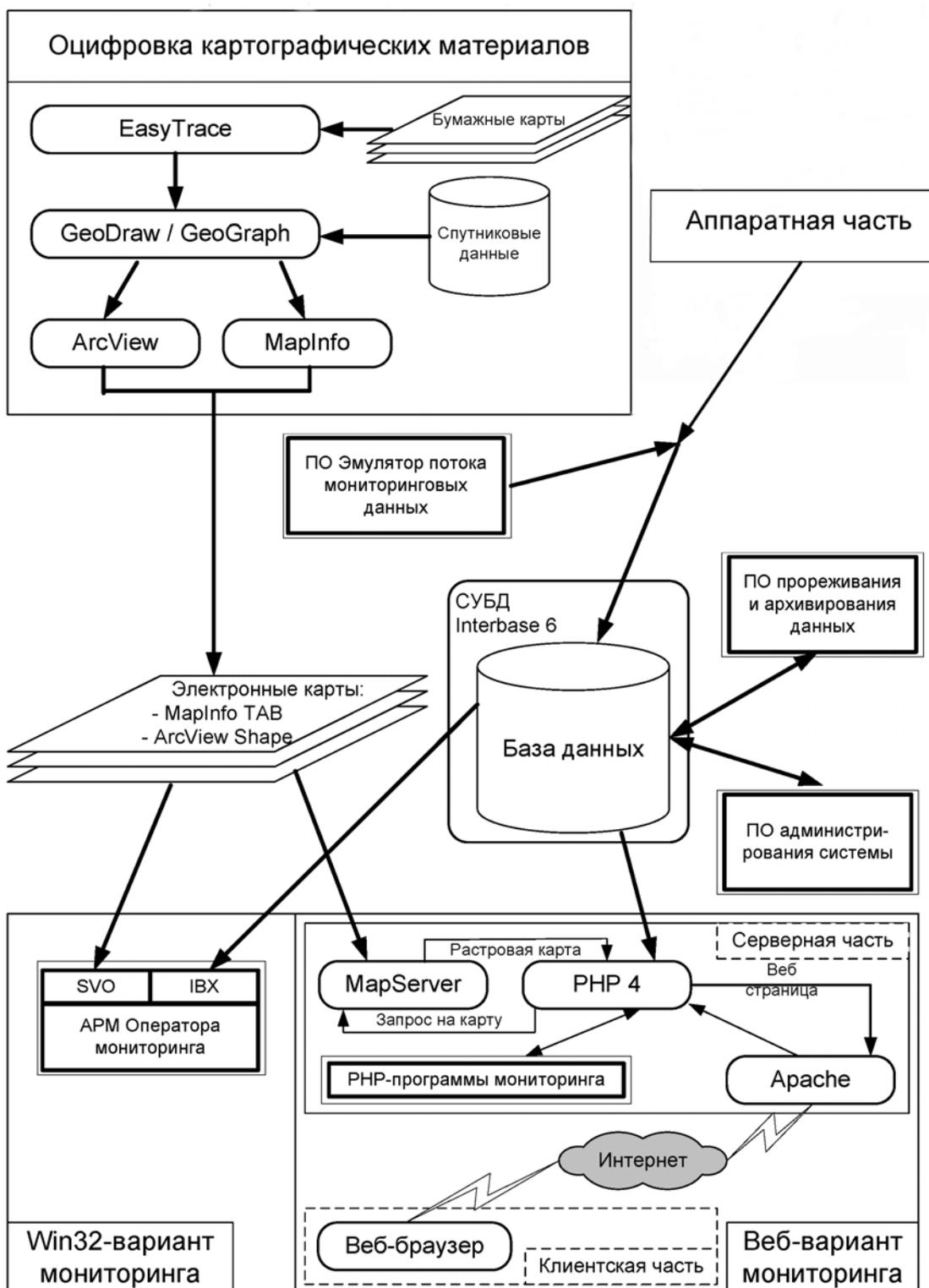


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы мониторинга автотранспорта

Программа эмуляции потока мониторинговых данных в режиме реального времени. Эта программа предназначена для демонстрации возможностей разработанной системы в условиях отсутствия аппаратной части. Эмулируется поток данных из файла специального формата, которые можно подготавливать непосредственно на местности при помощи приемников. При эмуляции эти заранее подготовленные данные могут быть использованы в реальном времени при помощи данной программы.

Серверная программа прореживания и архивирования данных. Эта программа является серверным дополнением для выполнения задач прореживания и архивирования данных. Программа должна работать всегда во время эксплуатации системы. Архивирование и прореживание проводятся через заданные промежутки времени, их можно определять в настройках программы. Для работы в режиме 24x7 (24 часа 7 дней в неделю), в программе предусмотрены механизмы автоподключения к СУБД на случаи сбоев последней.

Создание программного обеспечения для мониторинга автотранспорта

Программа мониторинга объектов для платформы Win32. Программа мониторинга объектов для платформы Win32 предназначена в первую очередь для группы пользователей, которые имеют права на все объекты наблюдения, например – оператор охранной фирмы, государственного силового ведомства и т.д. Также ей могут пользоваться обычные пользователи, имеющие ограниченные права на просмотр части объектов.

Программа мониторинга должна обладать следующими функциональными возможностями:

1. Работа с картой:

- Возможность открытия карты.
- Включение видимости слоя только в заданном диапазоне масштабов для ускорения визуализации карты.
- Инструменты пользователя для навигации по карте (увеличить карту, уменьшить карту, передвинуть карту, инструмент «Линейка» для измерения расстояний на карте, показать всю карту).

2. Мониторинг объектов:

- Просмотр списка всех объектов в табличном виде.
- Отображение подробной информации об объекте из БД в виде списка.
- Слежение за выбранным объектом и просмотр его трека.
- Отображение траектории объекта за определенный временной промежуток.

Отличие понятий «трек объекта» и «траектория объекта» является условным, понятийным и заключается в следующем:

Трек объекта – это линия, которая автоматически рисуется на заданный в настройках программы промежуток времени, начиная с времени последнего полученного состояния, и содержит графически линию с точечными объектами в узлах. Эти узловые точки доступны для просмотра подробной информации. Трек обновляется через интервал обновления объектов, заданный в настройках программы. При этом происходит обновление (графически – дорисовывание) вновь появившихся состояний и удаление устаревших. Для каждого конкретного объекта пользователь сам может установить признак обновления (графически – рисования) трека по необходимости.

Траектория объекта – объект карты, который создается пользователем только по запросу. При этом можно задать интервал времени, для которого будет получен набор состояний объекта и визуальные характеристики самого объекта карты – цвет, толщина линии и наличие узловых точечных объектов.

3. Просмотр журнала событий.

4. Сохранение параметров программы.

Комплекс серверного программного обеспечения для обеспечения доступа пользователей к данным через сети общего доступа (Internet). Эта часть программного комплекса информационной системы мониторинга автотранспорта предназначена для обслуживания рядовых пользователей через сети общего пользования – Интернет. Функционально, Веб-клиент позволяет пользователю просматривать доступные в соответствии с правами доступа объекты, их текущее и ретроспективное состояние. Разработано два варианта интерфейса – стандартный и с использованием возможностей языка Java. Второй вариант отличается повышенным быстродействием за счет того, что при про-

смотре движения объекта по карте города получает с сервера не всю страницу, а только информацию о новых координатах объекта. Для обеспечения быстродействия используется связка апплет-сервлет. Апплет предназначен для отображения положения на карте подвижных объектов в реальном времени без перезагрузки страницы. Сервлет обеспечивает доступ к БД на стороне сервера. Апплет с заданным периодом посылает запрос сервлету с идентификаторами объектов, а сервлет возвращает координаты.

Веб-клиент диспетчерской системы, построенный на основе стандартного браузера Интернет Microsoft Internet Explorer, обеспечивает визуализацию подвижных объектов в реальном времени на электронной карте, позволяет получить информацию о требуемом объекте, местоположение его в текущий момент времени и траекторию движения в заданный промежуток времени. Также обеспечивает просмотр объектов в виде таблицы.

Радионавигационная и контрольно-охранная система "Пеленг"

На основе вышеописанной схемы было создано программное обеспечение для системы «Пеленг», разработанной ОАО Инженерным центром "Геосеть-Сибирь".

Принцип действия аппаратной части системы состоит в том, что зона действия системы образуется сетью контрольных пунктов, объединяемых диспетчерской станцией, которая в автоматическом режиме управляет их работой и сбором информации с включенных блоков сигнализации, которые установлены на объектах мониторинга. После снятия показаний с датчиков они отсылаются аппаратуре слежения по радиоканалу, проходят первичную обработку, вычисление координат и помещаются в центральное хранилище данных.

Базовыми программными продуктами для разработки данной информационной системы были выбраны Rational ErWin 4, IVExpert 1.0, Delphi 5, PHP 4. Система функционирует на основе СУБД Firebird 1.0 (Interbase 6), веб-сервера Apache с использованием java сервлетов, интерпретатора PHP-программ PHP 4, ГИС-веб-сервера MapServer на платформе win32.

Программное обеспечение диспетчерской системы в настоящее время состоит из набора взаимосвязанных модулей/приложений:

- Реляционная СУБД на платформе Interbase/Firebird, в которой хранятся данные о координатах и состоянии объектов.
- Программа администрирования СУБД – списки объектов, пользователей и прав доступа пользователей.
- Программа эмуляции для тестирования входящего потока данных.
- Программа серверной обработки данных (архивирование, прореживание и т.п.).
- Программа мониторинга объектов для платформы Win32.
- Комплекс серверного программного обеспечения для обеспечения доступа пользователей к данным через сеть Интернет
- Программное обеспечение Web-клиента в двух вариантах – на языке PHP и языке Java.

Назначение системы – сбор показателей датчиков с объектов, находящихся под наблюдением контрольных пунктов с целью отслеживания их состояния, сбора исторической и статистической информации для хранения и анализа. Основная реализуемая на первом этапе разработки функция системы – сбор данных о местонахождении и состоянии автотранспорта с целью осуществления его охраны от угона. В перспективе, возможности системы данной функцией не ограничены, более общая задача – сбор разнообразных данных (координаты, состояние объекта, его составляющих, окружающей среды и т.д.) со всевозможных объектов наблюдения (транспорт, недвижимость, люди и т.д.) с целью оперативного мониторинга и ретроспективно-статистического анализа.

Разработанная схема программного обеспечения может быть реализована для различных аппаратных частей. Демонстрационную версию программного обеспечения для платформы Интернет можно посмотреть по адресу <http://www.torins.ru/demo/peleng.php>.

Литература

1. Персональная страница ОАО ИЦ "Геосеть-Сибирь" (<http://www.torins.ru/company/geonet.php>).
2. Сайт ГИС-Ассоциации <http://www.gisa.ru/8689.html> - Алексей Рябов. Обзор средств и методов диспетчеризации, мониторинга и навигации наземного транспорта.
3. Зильман В.С. Системы мониторинга мобильных объектов //Журнал "Алгоритм безопасности" № 1, 2002, НТКФ "Си-Норд".
4. Официальный сайт PHP (<http://www.php.net/>).
5. Официальный сайт MapServer (<http://mapserver.gis.umn.edu/>).

ОРГАНИЗАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ И ЯЗЫКА ЗАПРОСОВ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ГИС

М.А. Бебишев, Д.А. Цыганок, Б.В. Олейников

Красноярский государственный университет, г. Красноярск

Проблема построения муниципальных геоинформационных систем (МГИС) обсуждается довольно часто. Это вызвано необходимостью максимально эффективного управления ресурсами, четкого планирования работ и оценки их стоимости, особенно в условиях финансового дефицита [1]. Построение таких систем управления городским хозяйством связано с необходимостью создания ГИС со сложной структурой. В этом случае обычно применяемый подход послойной группировки объектов является недостаточным и требуется использование объектно-ориентированного подхода (ООП) [2].

Такой подход становится еще более актуальным с выходом ГИС в третье измерение. Без использования трехмерных данных невозможно решения целого ряда задач: архитектурных (проектирования новых микрорайонов, инженерных сооружений), задач моделирования процессов развития чрезвычайных ситуаций (затопления в случае наводнения, распространения опасных жидкостей в случае аварий и т.п.), задач экологического моделирования (использования трехмерных моделей распространения загрязнений и т.п.). В то же время такая ГИС должна быть доступной широкому числу городских организаций, следовательно, она должна быть доступной в сети и поддерживать ее основные интерфейсы [2].

Построению подобной системы посвящены исследования, проводимые в Региональном центре информатизации. В настоящее время уже создано ядро системы – сервер трехмерной информации, разработаны сетевые интерфейсы, позволяющие получить доступ к трехмерной модели города Красноярска любым пользователям сети Интернет. Сервер отлажен и выставлен в сеть (<http://www.krasu.ru/vcity>). Благодаря этому серверу можно совершать виртуальные экскурсии по городу Красноярску, визуально оценивать возможность проведения различного рода инженерных работ, проводить поиск необходимых строений по адресу и т.п.

При разработке данного сервера были использованы технологии объектно-ориентированных баз данных. Пространственные данные представлены в виде множества объектов, хранящихся вместе с реализацией их классов в централизованном хранилище.

Но дальнейшее развитие этого проекта невозможно без качественной перестройки внутренней архитектуры ядра сервера, связанной с необходимостью обеспечения многопользовательского доступа (в настоящее время сервер обеспечивает такой доступ только

в режиме чтения), разработки языка манипулирования объектными данными, решения задач пространственного анализа и моделирования. Требуется доработка функциональности сервера до уровня поддержки основных функций СУОБД.

Традиционные подходы к хранению данных в ГИС можно условно разделить на следующие:

- Хранение в специализированных файлах.
- Использование реляционной СУБД.
- Использование расширенной реляционной СУБД, обеспечивающей поддержку структур пространственной информации.

При хранении данных в файлах геоинформационная система лишается всех преимуществ баз данных, таких как многопользовательский интерфейс, архитектура клиент-сервер, высокоуровневый язык запросов и т.д. Это хотя и существенно увеличивает степень свободы разработчика, но в связи с тем, что формат хранения тематической и пространственной информации определяется самим разработчиком, получить доступ к данным можно только через ту систему, для которой этот формат предназначен.

Использование реляционной СУБД позволяет хорошо организовать доступ к тематической информации, но классические реляционные СУБД не имеют средств для обработки пространственной информации. Хранение форм объектов с полной декомпозицией на примитивы неприемлемо из соображений эффективности, поэтому формы обычно сохраняют в одной ячейке как единый объект (BLOB). В этом случае внутренняя структура объекта на стороне БД никак не определяется, и обработка его целиком осуществляется на стороне клиента.

Расширенные реляционные СУБД (например, Oracle 8i) имеют специальные структуры для хранения пространственной информации и умеют ее обрабатывать [3]. Для хранения геометрической формы в Oracle вводится новый тип MDSYS.SDO_GEOMETRY, который может описывать формы, состоящие из примитивов. В качестве примитивов выступают точки на плоскости, линии, полигоны, а также дуги, окружности и композитные полигоны, для образования геометрической формы эти примитивы объединяются в последовательности. Над этими формами введено два предиката: SDO_RELATE, который использует топологические отношения, и SDO_WITHIN_DISTANCE, который сравнивает расстояние между объектами. Система оптимизирует выполнение запроса, использующего 2D-предикаты с помощью предварительной фильтрации на основе 2D-индексов, которые строятся с использованием квадродеревьев и кодов Мортона. В результате такой фильтрации на точный этап обработки запроса попадает значительно меньшее количество форм. Подобные технологии позволяют строить клиент-серверные системы с эффективной ранней фильтрацией результатов запросов на стороне сервера БД. Это позволяет существенно разгрузить каналы связи между клиентом и сервером. Недостатком подобного подхода является ограниченность набора применяемых форм. Как видно, в рассмотренном случае возможны только двухмерные полигональные формы.

Использование в ГИС, CAD (CAM) системах трехмерных объектов потребовало применения других подходов структурирования пространственной информации. Это связано с применением более сложных методов обработки. Так, например, при визуализации карты в двух измерениях достаточно было отсекал полигоны видимым прямоугольником и учитывать масштаб при принятии решения об отображении или игнорировании слоя карты. В трех измерениях видимая область может быть бесконечной (например, горизонт). Это стало причиной появления таких подходов как, например, архитектура графа сцены (Scene Graph Architecture). При использовании этой технологии сцена структурируется в виде ациклического направленного графа [4,5], в узлах которого находятся объекты различных типов, несущие графическую или управляющую информацию. Использование ациклических графов сцены стало стандартом в области высокоуровневых

графических систем реального времени. Существуют различные версии подобной технологии, ориентированные на применения в разных отраслях. Так, например, продукты компании Silicon Graphics: Cosmo3D [4] и OpenGL Optimizer [5].

Реализации архитектуры графа сцены, в основном, строятся как библиотеки классов, сцена состоит из объектов классов потомков некоторого абстрактного класса-узла графа, следовательно, все узлы графа реализуют набор базовых методов. Отличие ациклических графов от деревьев состоит в том, что узел графа может иметь несколько предков, что позволяет использовать одну ветвь графа несколько раз в различных случаях (например, изменяя ее положение). Обработка сцены выполняется с помощью обхода графа в глубину. В случае ациклического графа его обход гарантированно завершается. Обход графа сцены зависит от параметров обходимого объекта и параметров окружения. Процесс начинается с вызова метода обхода у одного из узлов графа (как правило, у корня). Когда узел графа получает управление процессом, он выполняет некоторые действия, включающие изменения контекста и вызов методов обхода у своих потомков. Узел графа может управлять процессом обхода своих потомков любым образом.

Приведем описание некоторых классов узлов графа сцены из библиотеки Cosmo3D:

Имя класса	Предок	Описание, действия при обходе
Node	Container	Абстрактный класс – предок всех классов узлов.
Group	Node	Группа объектов, вызывает соответствующий обход всех своих потомков.
Transform	Group	Линейное преобразование пространства. Влияет на узлы-потомки.
LOD	Group	Уровень детализации (Level Of Detail). Оценивает необходимый уровень точности при визуализации и направляет процесс по соответствующей ветви.
Geometry	Node	Произвольная полигональная геометрическая форма.
Sphere, Cube, Box, Cone, Cylinder	Node	Параметрические геометрические формы.
SphereBound, BoxBound	Node	Ограничивающие объемы, классы аппроксимации ветвей для более эффективной проверки при отсечении.

Иерархическое использование классов LOD и SphereBound (BoxBound) эквивалентно использованию пространственного индексирования. Кроме того, эта технология легко расширяется. Ее расширяемость основана на наследовании классов узлов графа сцены. Так, кроме указанных, граф сцены может включать любые другие узлы, например, узлы BSP (Binary Space Partitioning) дерева или одной из его модификаций (квадродерево или октадерево), то есть реализовывать любое пространственное индексирование объектов сцены.

Существуют также и другие подходы. Например, в графических трехмерных играх часто применяется порталное структурирование сцены, при котором сцена представляет собой сеть, то есть может содержать циклы.

По сравнению с двухмерным представлением, в трехмерном появляется значительный промежуточный слой узлов сцены, связанный с иерархическим (или сетевым) ее строением. Следовательно, при использовании технологии клиент-сервер возникают дополнительные транспортные расходы, которые нужно минимизировать. Для этого требуется иметь возможность выполнения сетевых запросов, а также сложных методов фильтрации на стороне сервера. Поскольку граф сцены выполняет функцию индексирования в пространстве, появление подобных возможностей позволит использовать предварительную фильтрацию узлов на стороне БД.

Все многообразие узлов не всегда известно во время написания клиентской части системы, но эта часть должна каким-то образом формулировать запросы к серверу. Это

возможно, если база данных будет поддерживать объектно-ориентированные понятия наследования и инкапсуляции. В этом случае запрос будет представлять собой вызов метода узла графа, который может просто соответствовать некоторому интерфейсу и не привязываться к конкретной реализации.

Таким образом, решение проблемы работы с трехмерными объектами в ГИС кроется в создании СУБД, позволяющей выполнять иерархические и сетевые запросы и имеющей объектно-ориентированные возможности, то есть объектно-ориентированной СУБД, а также соответствующего языка манипулирования данными.

Далее рассматривается один из подходов к созданию декларативного языка запросов к БД для ГИС. Приведем сначала обзор нескольких распространенных языков запросов, используемых в современных ГИС.

Язык SQL-92 [6]. Язык для работы с таблицами, представленными в первой нормальной форме. Входные данные – одна или несколько таблиц. Результат – таблица. Возможности конструирования типов результата ограничены реляционной моделью. Если проводить аналогии с объектным подходом, то результат представляет собой множество записей, состоящих из примитивных типов. Налицо два существенных ограничения:

- Количество связей, учитываемых при построении одной записи результата, конечно (отсутствует рекурсия).
- Возможные структуры данных исходных таблиц и результата ограничены первой нормальной формой. Это ограничение устраняется в разработанном консорциумом ODMG (Object Database Management Group) языке OQL (Object Query Language).

Язык OQL [7]. В этом языке как основа структуры данных использована объектная модель стандарта OMG (Object Management Group). Это означает, что каждый объект имеет тип и связанные с ним атрибуты и методы. Атрибуты могут быть ссылками на другие объекты. Поддерживается множественное наследование типов. В качестве синтаксической основы языка использован SQL.

Достоинства:

- Поддерживается ОО подход. Упрощается взаимодействие с БД за счет использования более адекватных структур данных, наследования, инкапсуляции и полиморфизма.

Недостатки:

- По-прежнему невозможно использование рекурсивно определяемых отношений.
- Сложность языка, благодаря которой он так и не получил широкого распространения (полностью он до сих пор не реализован в популярных проектах).

Язык SQL:1999 [8]. Язык является объединением OQL и SQL и сочетает их лучшие черты. Кроме объектной ориентированности в спецификации этого языка появилась возможность определения рекурсивных запросов. Запросу можно присвоить имя и вызывать его из другого запроса или рекурсивно. Но в известных реальных системах поддержки этой функциональности нет. Так, например, Oracle 9i поддерживает только очень ограниченный класс иерархических запросов [9].

Язык XML [10]. XML не является языком запросов, но определяет иерархическую модель данных, на которой построено несколько новых языков.

Язык XPath [11]. Этот язык определяет синтаксис для адресации отдельных частей XML документа. Результатом применения XPath запроса к документу является выборка узлов этого документа в той же иерархической последовательности. Адрес описывается как фильтр пути до узла.

Языки Quilt [12] и XQuery [13]. Входными данными для запроса являются один или несколько XML документов. Результат запроса – это также XML документ. Это означает, что структуры входных данных и результата могут иметь произвольную сложность. Языки являются декларативными. Синтаксис языка отличается от SQL подобных

языков (появляется секция LET, в которой определяются переменные) и, как XPath, естественно использует иерархии. Как и в SQL:1999 возможно использование именованных подзапросов (в том числе и рекурсивное).

Достоинства:

– Естественная работа с иерархиями и поддержка рекурсивных отношений.

Недостатки:

– Недостаточно развита типизация и классификация узлов. Отсутствуют ОО возможности.

Сравнивая возможности SQL и XML языков, приходим к выводу, что они совпадают, за тем исключением, что в стандарт XML запросов еще не включена поддержка связывания с объектно-ориентированными языками. Но, принимая во внимание то, что спецификация XQuery еще не имеет статуса рекомендации W3C, а также то, что объектно-ориентированная модель гораздо лучше отображается на XML, чем на реляционную модель, можно предполагать, что такая поддержка будет в ближайшем будущем добавлена. Сложность стандарта SQL и отсутствие повсеместной поддержки всех его возможностей приводят к тому, что большинство разработчиков новыми возможностями просто не пользуются. В реализациях языка SQL отсутствует возможность формулирования рекурсивных запросов в декларативном стиле. XML языки, подобные XQuery и Quilt с этими задачами справляются. Эти возможности могут найти широкое применение в решении иерархических и сетевых (например, топологических) задач.

Для расширения XML объектно-ориентированными возможностями может быть предложен следующий подход. Поскольку XML является языком разметки текстовых документов, узел может быть достаточно удобно использован для представления конфигурации (состояния) объекта, то есть может являться его текстовым представлением. Если исходить из этого, то мы получаем два способа доступа к одной информации: XML доступ и объектный доступ. Можно ввести объектный способ доступа в XML языки запросов (например, в XQuery), сохранив при этом стандартное представление узлов.

Такой подход позволяет максимально использовать возможности как одной, так и другой технологии и вполне реализуем на практике. У подобного дуализма представлений есть один существенный недостаток – он нарушает инкапсуляцию объектов. То есть пользователь может получить доступ к данным объекта, минуя его интерфейс. Но у этого недостатка есть и другая сторона, с которой он обращается в достоинство, а именно, появляется возможность конструировать сложные объекты в результатах запросов. Поскольку в XML - языках разработаны мощные средства для конструирования результатов запросов любой сложности, их можно использовать для создания объектов, что проблематично в других объектно-ориентированных декларативных языках, так как создание объекта с помощью методов подразумевает императивный подход.

Построенный в рамках предложенного подхода язык будет удовлетворять указанным в начале статьи требованиям. В настоящее время в Красноярском Государственном Университете ведутся работы по созданию такого языка и построению на основе существующих массивов двумерных пространственных данных трехмерного представления. Это позволит в дальнейшем решать целый ряд задач, в частности задачи: управления городским хозяйством, проектирования новых микрорайонов, моделирования процессов развития чрезвычайных ситуаций и других.

Литература

1. Ставицкий А., Матвеев С. Муниципальная ГИС для российских условий: недорогие масштабируемые решения на стандартном ядре. – САПР и графика, № 5, 2000.
2. Горбачев В.Г. Какая ГИС нужна городу? – Информационный бюллетень ГИС-ассоциации, 1996.

3. Jeff Hebert, Chuck Murray "Oracle Spatial User's Guide and Reference". – Oracle Corporation, 1999.
4. Cosmo 3D Programmer's Guide. –Silicon Graphics, Inc, 1998. – <http://www.sgi.com>
5. OpenGL Optimizer Programmer's Guide: An Open API for Large-Model Visualization – Silicon Graphics, Inc., 1998. – <http://www.sgi.com>.
6. Дейт, К., Дж. Введение в системы баз данных, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001.
7. A. Wade. Object Query Standards. – SIGMOD Record, Vol.25, # 1, March 1996. – P. 87-92.
8. Эндрю Эйзенберг, Джим Мелтон "SQL:1999, ранее известный как SQL3" / Пер. с англ. – Открытые системы, № 01, 1999. – <http://www.osp.ru/os/1999/01/52.htm>.
9. Diana Lorentz "Oracle9i SQL Reference". – Oracle Corporation, 2002.
10. Extensible Markup Language (XML) 1.0. – W3C Recommendation, 1998.
11. XML Path Language (XPath). – W3C Recommendation, 1999.
12. Jonathan Robie, Don Chamberlin, Daniela Floreanu "Quilt: an XML Query Language", 2000.
13. XQuery 1.0: An XML Query Language. – W3C Working Draft, 2003.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАБОТЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕРНЕТ-ЛАБОРАТОРИИ¹

***А.Д. Анонасенко, В.В. Денисенко, С.С. Замай,
Ю.Д. Иванова, В.А. Охонин, А.В. Токарев***

*Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск,
Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск,*

Красноярский государственный технический университет, г. Красноярск

Существует значительный и все углубляющийся разрыв между мощным научно-исследовательским потенциалом точных наук и скромным набором методов, который используется в реальной практике управления социально-экономическими и экологическими процессами. Вся острее встают задачи переработки огромных запасов разнородного информационного сырья для целей анализа и прогноза процессов, развитие которых зависит от множества экзогенных и эндогенных факторов. И появляется необходимость в удобной информационной конструкции – специальной программной структуре, которая дает возможность оперировать широким набором аналитических операций, не доступных или затрудненных в традиционных базах данных и геоинформационных системах.

В Красноярске реализованы и внедряются программные комплексы, позволяющие вести учет различной экологической информации. При этом учитываются данные об источниках выбросов и сбросов, отчетные формы, предусмотренные природоохранным законодательством, позволяющие сделать оценки, а также прогнозировать загрязнения атмосферы и поверхностных вод по гостированным и научно-исследовательским моделям [1,3-6]. Однако одним из важнейших условий улучшения экологической обстановки в регионе и перехода к ресурсосберегающему природопользованию является региональная экологическая информационная инфраструктура [1-2]. Она призвана обеспечивать эффективную обратную связь через взаимодействие природоохранных организаций и промышленных предприятий в соответствии с экологическим законодательством и взаимными интересами участников хозяйственной деятельности края.

Авторами предлагается создать единое информационное пространство с общими информационными ресурсами, содержащими как служебные (корпоративные), так и от-

крытые базы данных и документов, унифицированные информационные модели окружающей среды, математические модели экологических процессов, программные средства, среду научного моделирования и вычислительных экспериментов, инструментальные программные средства и описание технологий создания наукоемких приложений. Применяемая типизация и унификация геоинформационных моделей физико-географических комплексов и территориально-распределенных экологических и социально-экономических процессов основана на применении хорошо развитых в точных науках методов статистического, пространственного анализа и численных методов для создания вычислительных моделей исследуемых процессов.

Разработка технологического и программного обеспечения для создания информационного портала ведется при поддержке гранта РФФИ-ККФН 03-07-96139-р2003 Енисей. Создаваемая «Красноярская геоинформационная интернет-лаборатория экологии и регулирования природопользования» направлена на создание технологических и программно-технических условий интеграции научно-исследовательских моделей и междисциплинарных информационных ресурсов в единое информационное пространство.

С помощью браузера задан исследуемый участок реки, выбрана модель расчета загрязнения. На сервере произведен расчет, результаты которого можно сравнить со сведениями находящейся на сервере экспериментальной базы данных показателей качества воды.

К настоящему моменту реализована возможность ведения многопользовательского режима эксплуатации ГИС Интернет сервера (http://www.torins.ru/demo/eco_model.php), предназначенного для моделирования территориально-распределенных экологических процессов. Так, на примере г. Красноярск представлены возможности моделирования загрязнения приземного слоя атмосферы промышленными выбросами (рис. 2). Как возможность эмпирического моделирования предлагается, на примере реки Енисей (рис. 1), модель водно-биологических ресурсов и численная оценка загрязнения вызванного точечным источником сбросов [7].

Так как спектр задач моделирования пространственно-распределенных экологических процессов достаточно широк, пользователю необходимо иметь выбор программных средств для работы с пространственными объектами. Это средства доступа к различным СУБД (DBASE, MySQL, Interbase, Oracle, MS SQL Server, и т.д.), к объектам карты, а также механизмы модификации объектов на картах местности, готовые библиотеки подготовки визуального представления данных и др.

Коротко остановимся на основных научно-исследовательские моделях, предлагаемых для решения задач оптимального природопользования. На сегодняшний день экологическое картирование является удобной формой представления статического состояния территориально-распределенных объектов и физико-географических комплексов. Вместе с тем, представление и анализ динамических процессов в стандартных ГИС затруднены.

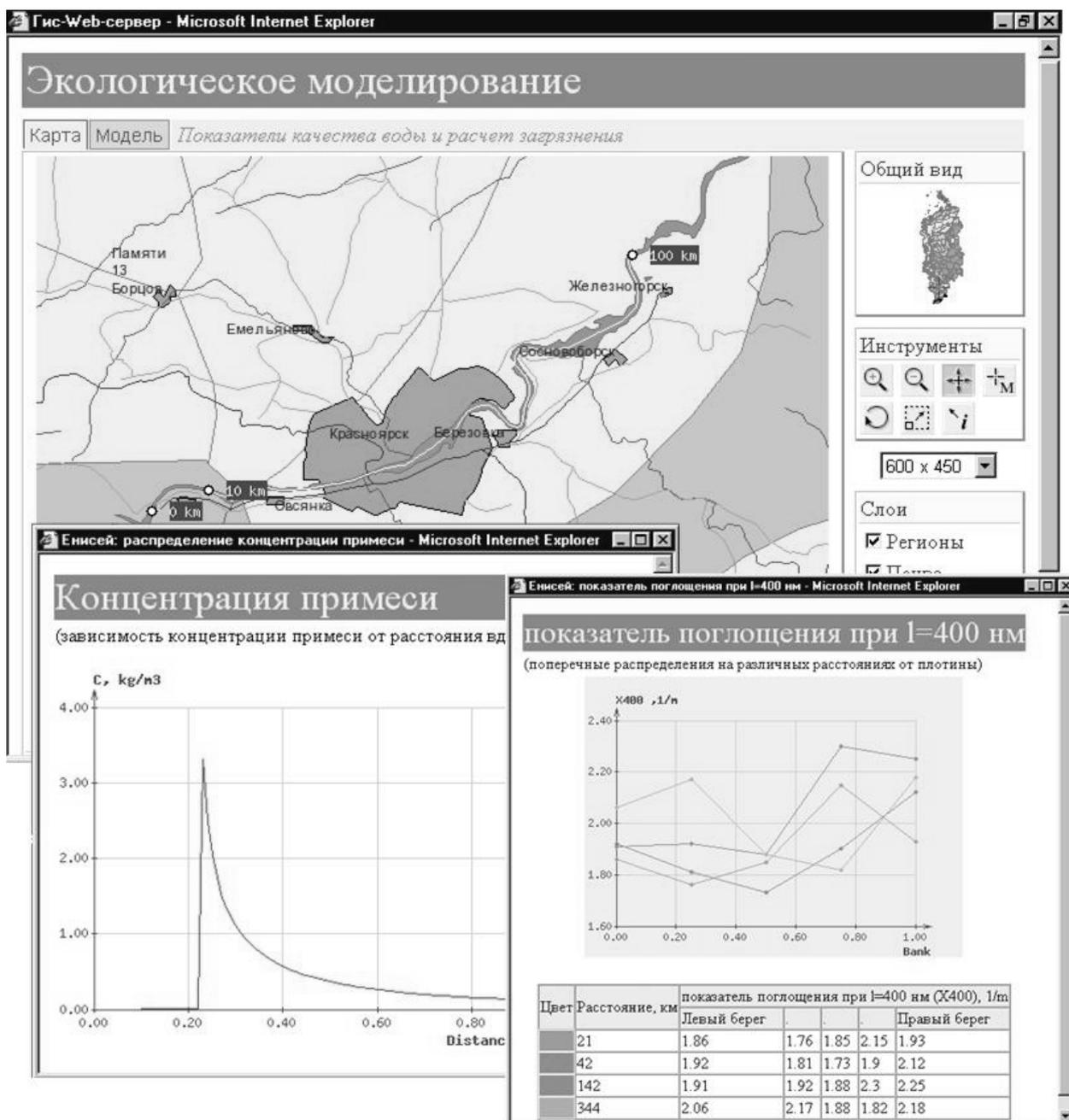


Рис. 1. Пример результата картографического моделирования выполненного на геоинформационном Интернет-сервере

Актуальность исследования территориально-распределенных процессов приводит к тому, что современные геоинформационные технологии быстро развиваются в направлении создания динамических многомерных геоинформационных систем [8]. Для учета трудноформализуемых территориально-распределенных социально-экономических и экологических факторов предполагается использование активно развивающихся нейросетевых методов. Основной упор делается на оригинальные и высокотехнологичные разработки ИВМ СО РАН в сфере нейроалгоритмов и нейропрограмм [9,10]. Специалисты Института вычислительного моделирования СО РАН имеют опыт разработки и создания математических моделей, геоинформационных и информационно-аналитических систем экологического менеджмента уровня, предприятия, города и региона [1,3,11-13]. Инсти-

тут проводит единую научно техническую политику информатизации Красноярского края и является лидером в разработке краевых целевых программ и проектов информатизации, информационных технологий и вычислительных методов, используемых в практике управления социально-экономическими и природными ресурсами.

Для разработки критериев оптимального природопользования в масштабе края предполагается использовать сосредоточенные балансовые модели [14]. А для оценки и оптимизации движения ресурсов в пределах региона (города, и районы) или в производственных процессах будут применены динамические ресурсо-поточковые модели.

Математические методы и программное обеспечение, разработанное для моделирования гидравлических сетей, газоочистных сооружений и газоходных трасс [16], и развитое в [15,17], планируется использовать для разработки методов построения геоинформационных моделей территориально-распределенных процессов имеющих сетевую структуру производства, транспорта и превращения/утилизации социально-экономических и природных ресурсов. Графы представляют связующее звено между информационной моделью природных и социально-экономических ресурсов и содержательными задачами анализа, прогноза и управления. Атрибуты ветвей и узлов графа и связей между ними могут быть заданы пользователем, либо получены с помощью картоориентированных запросов и/или в результате модельных расчетов.

Для оценки влияния на окружающую среду промышленных выбросов в атмосферу используется математическая модель, основанная на трехмерном уравнении переноса-диффузии примесей, построенная с учетом орографии местности, характеристик подстилающей поверхности и розы ветров. Эту модель планируется использовать для вычисления интегрального распределения загрязнения атмосферы за большие периоды времени, существенные с позиций оценки влияния на биосферу, человека и социально-экономические объекты. Также, при разработке научно-исследовательского блока моделей, предназначенных для оценки загрязнения окружающей среды, вызванного загрязнением атмосферы, будут реализованы модели ОНД-86 [19] и простейшие варианты моделей МАГАТЭ и ГГО [20,21] для стационарных источников загрязнений и модели типа [22] для кратковременных выбросов.

Модель [23] в равной степени пригодна для описания распространения облака,, созданного мгновенным источником, и струи от непрерывного источника. Модели распространения дополняются учетом специальных процессов, таких как начальный подъем нагретых выбросов, оседание тяжелых частиц, вымывание примесей осадками. Вероятностный характер процессов принципиален для всех моделей. Планируется разработка модели нестационарного накопления и распространения загрязнения в условиях штиля и оригинальные вычислительные процедуры: (1) основанные на вариационных принципах многосеточные методы численного решения двумерной и трехмерной задач конвекции – диффузии [24,25]; (2) многосеточный метод расчета потенциального течения в трехмерной области с заданной соответственно рельефу местности формой нижней границы.

Вычислительные модели должны быть снабжены средствами работы с цифровой картографической информацией. Для автоматизации задания начальных и граничных условий предполагается создание специальных геоинформационных моделей. Для случая публикации моделей в Интернет результаты численных расчетов для различных сценариев вычислительных экспериментов обрабатываются и аккумулируются в виде единой геоинформационной модели.



Рис. 2. Пользовательский интерфейс расчетного модуля и пример результата моделирования

Разработка наукоемких информационно-аналитических систем для решения задач оптимального природопользования – это длительный процесс, в котором участвуют коллективы исследователей различной специализации. Это комплексные и разносторонние исследования социально-значимых объектов и явлений. Поэтому важно чтобы создаваемое информационное, технологическое, методическое, и модельное обеспечение аккумулировалось и было широко доступно. Для решения этой задачи информационно-аналитический портал дополнен депозитарием. Информационные ресурсы депозитария представлены в виде гипертекстовых документов, поисковых систем и архивов: текстовой, графической и картографической информации, презентационных материалов и макетов программ, свободно распространяемых прикладных программных средств и библиотек программных компонентов. Предполагается создание специального раздела, в котором будут представлены геоинформационные приложения для Интернет. Его наличие позволит не только прочитать или увидеть, но и практически опробовать предлагаемые решения. Для работы с пользователями должны быть созданы архивная, поисковая, почтовая системы и форум, подобные тем, которые имеются у электронных журналов. Архитектура, структура, технологические и программные решения научно-исследовательского ядра информационной инфраструктуры и депозитария отвечают самым современным требованиям.

Для оценки и прогноза масштабных социально-значимых процессов используются интерактивные модели данных, содержащие в «снятом виде» пространственную и атрибутивную информацию, а также результаты анализа и прогноза возможных сценариев развития территориально-распределенных процессов. Такие модели рассматриваются как надстройка над исследовательскими базами данных, геоинформационными системами, научно-исследовательскими системами вычислительного эксперимента и математического моделирования. Они специально предназначены для открытой (либо корпоративной) публикации и лишены излишней (зачастую конфиденциальной) детальности сведений. Их аналитические и прогностические свойства улучшены за счет использования специальных средств восполнения пробелов в данных. Они обладают свойством аддитивности, позволяющим составлять комплексные модели из отдельных монопредметных исследовательских моделей. Интерактивность этих моделей данных понимается как

свойство и возможность диалогового режима (автоматического, полуавтоматического или «ручного») модификации модели данных в соответствии с типом аналитических, прогностических задач управления или вычислительного эксперимента. Важно, что эти модели могут легко масштабироваться и допускают широкий класс аналитических операций.

Для создания корпоративных вычислительных моделей территориально-распределенных процессов, которые носят комплексный характер и требуют распределенной обработки больших объемов информации, разрабатывается метаязык сценариев и описания моделей, унификация геоинформационных моделей, использование нейросетевых методов, параллельных алгоритмов и интеллектуальных информационных технологий. При этом метаязык сценариев должен обеспечивать автоматизацию процесса решения научно-исследовательских задач: формирование пользовательского задания, входной информационной модели, вычислительной модели, организацию вычислений, формирование выходной модели, визуализацию результатов.

Рассмотренные модели необходимы для расчета сценариев оптимального природопользования, экологической и эколого-экономической оценки антропогенной и техногенной нагрузки на окружающую среду и здоровье населения. Имеются три функциональные подсистемы, ориентированные на три группы пользователей:

(1) научно-исследовательская подсистема (создается и используется как распределенная экологическая лаборатория научно-исследовательских организаций);

(2) информационно-аналитические сервисы поддержки принятия решения (создаются как отчуждаемый продукт деятельности научно-исследовательской подсистемы используются для задач расчета критериев и сценариев оптимального природопользования);

(3) информационно-справочная подсистема (создается на основе отчуждаемых программно-аппаратных решений подсистем (1) и (2) и предназначена для информирования граждан и развития системы экологического образования).

Таким образом, комплекс вычислительных моделей для анализа и структурирования пространственно-распределенных данных, имеющийся в распоряжении пользователя научно-исследовательского информационно-аналитического портала позволяет эффективно решать задачи экологического мониторинга.

Литература

1. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Модели оценки и прогноза загрязнений атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города. –/ Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 168 с.

2. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Создание информационно-аналитической системы природоохранных служб промышленного города // Безопасность России. Региональные проблемы безопасности. Красноярский край. – Москва: Знание, 2001. – С. 465-480.

3. Белолипецкий В.М., Генова С.Н., Петрашкевич В.И. Численное моделирование переноса примесей в речном потоке // Вычислительные технологии. - 2001. - Т. 6. - Ч. 2. - Спец. выпуск. - С. 127-133.

4. Замай С.С., Касьянов В.В., Пушкарев В.А., Сальников С.П., Теплицкий К.В., Якубайлик О.Э. Геоинформационная система мониторинга состояния земель сельскохозяйственного назначения / Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. Вып. 2. – Красноярск: КНИИГиМС, 2000/ – С. 82-85.

5. Замай С.С., Знаменский В.А., Карпов В.И., Ковязин С.А., Лобанов А.И., Пушкарев В.А., Раткевич В.В. Промышленная подсистема информационно-аналитической системы природоохранных служб Красноярского края / Проблемы информатизации региона. ПИР-98 // Тр. Всерос. конф. - Красноярск: ЗАО "Диалог-Сибирь", 1998. - С. 412-415.

6. Ерунова М.Г., Коловский Р.А., Якубайлик О.Э. Построение карт загрязнений и оценка экологического состояния Красноярского заповедника "Столбы" // Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Проблемы экологии и развития городов. - Красноярск: СибГТУ, 2001. - Т. 2. - С. 207-212.

7. Токарев А.В. Интернет-технологии и программное обеспечение для информационных моделей природных и техногенных процессов // География: новые методы и перспективы развития / Материалы XV конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 16-19 апреля 2003 г.). - Иркутск: Издательство Института географии СО РАН, 2003. - С. 187-188.
8. Bergougnoux. Editorial: A Perspective on Dynamic and Multi-Dimensional GIS in the 21st Century // *GeoInformatica*, 2000, 4:4. – P. 343-348.
9. Methods of neural informatics / Rossiev A.A., Gorbunova E.O., Senashova M.Yu., Tzaregorodtsev V.G., Pogrebnaya N.A., Dorrer M.G., Pitenko A.A., Jukov L.A. under direction of. A.N. Gorban / Krasnoyarsk: KSTU, 1998. – P. 221.
10. J. Caers Stochastic simulation using neural networks Stanford Center for Reservoir Forecasting Annual Meeting 11, 1998, v2 – P1-66.
11. Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Миркес Е.М. и др. Нейроинформатика. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 296 с.
12. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Программное обеспечение и технологии геоинформационных систем // Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 112 с.
13. Белолипецкий В.М., Шокин Ю.И. Математические модели в задачах охраны окружающей среды. – Новосибирск: Изд-во "ИНФОЛИО-пресс", 1997. - 240 с.
14. Назимова Д.И., Ноженкова Л.Ф., Погребная Н.А. Применение технологии нейросетей для классификации и прогноза ландшафтных зон по признакам климата // География и природные ресурсы. - 1999. - № 2. - С. 117-122.
15. Барцев С.И., Межевиков В.В., Охонин В.А., Принцип замкнутости и критерии оптимального природопользования и устойчивого развития / Химия в интересах устойчивого развития, №9, 2001. – С.805-814.
16. Елгин Б.А. Модели потокораспределения на графах. Автореф. дисс. канд. Физ.мат. наук. Красноярск, 200. – 24 с.
17. Elgin B.A., Dekterev A.A., The Use of Networks Modeling to Study of Physical-Chemical Processes in the Gas Lines// *Hydraulic Links: Development of Theory and Application*. – Novosibirsk: Nauka, 1999. –P.88-101.
18. Новицкий Н.Н., Сеннова Е.В., Сухарев М.Г., Дектерев А.А., Елгин Б.А. и др. Гидравлические цепи. Развитие теории и приложения. Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2000 – 273 с.
19. Elgin B.A., Dekterev A.A. The use of networks modeling to study of physical-chemical processes in the gas lines // *Russian Journal of Engineering Thermophysics*, 1999, № 4. – P. 75-86.
20. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.
21. Учет дисперсионных параметров атмосферы при выборе площадок для атомных электростанций. Руководство по безопасности АЭС. Вена: Международное агентство по атомной энергии, 1980. – 106 с.
22. Бызова Н.Л., Гаргер Е.К., Иванов В.Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчет распространения примеси. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 278 с.
23. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Руководящий документ РД 52.04.253-90. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 23 с.
24. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
25. Denissenko V.V. Energy method for three-dimensional problems of transfer in moving media. // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling*. V. 14. No. 1, 1999. – P. 37-58.
26. Denissenko V.V. The energy method for symmetries convection-diffusion problems in multiply connected domains. Proceedings of the 3rd European Conference on Numerical Mathematics and Advanced Applications, Jyväskylä, Finland, July 26-30, 1999, ed. by P. Neittaanmaki, T. Tiihonen and P. Tarvainen, World Scientific, Singapore, 2000, p. 381-388.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ²

С.С. Замай, О.Э. Якубайлик, С.А. Артемьев
Институт вычислительного моделирования СО РАН,
ООО ТОРИНС, г. Красноярск

Аннотация. В статье излагаются вопросы применения геоинформационных систем (ГИС) в территориальном управлении, представлены разработки коллектива сотрудников подразделений ИВМ СО РАН и ООО ТОРИНС. Описаны области применения прикладных ГИС и дано краткое обоснование необходимости подобных работ. Несколько подробнее дано описание структуры и функционала оригинального графического ядра ГИС, встраиваемого в разрабатываемое прикладное программное обеспечение.

Возможности применения технологии геоинформационных систем в информационно-аналитических системах и территориальном управлении

В задаче проектирования и реализации крупной информационно-аналитической системы территориального уровня проблема интеграции программных средств, опирающихся на общую информационную базу, безусловно, является одной из ключевых.

Универсальные профессиональные ГИС, обладающие спектром разнообразных возможностей, часто оказываются неадекватными поставленной задаче. С одной стороны, они не содержат необходимой прикладной специфики, а с другой – обладают многими функциями, ненужными в конкретной ситуации. В то же время, следует подчеркнуть, что центральный вопрос состоит не в том, нужно или нет использовать универсальную ГИС, или специализированную прикладную программу, а в том, как обеспечить эффективную совместную работу ГИС с другими прикладными программами, и как сделать программную систему пользователя максимально открытой для расширения и развития. Только открытость программных средств обеспечит технологическую независимость пользователей от конкретных разработчиков и развитие программных средств в условиях свободной конкуренции: специалисты по ГИС будут развивать ГИС, специалисты в области расчетов – программы расчета и т.д.

Сегодня на рынке ГИС можно найти продукты, которые обеспечивают возможность интеграции с другими приложениями на самых разных уровнях: от поддержки известных форматов данных, до использования протоколов на уровне операционных систем, таких как OLE, DDE, DLL, VBX. Использование инструментальных программных средств (библиотек функций, классов и проч.) обеспечивает разработчика возможностью создания приложений, максимально ориентированных на состав функциональных задач.

Наиболее характерные задачи, возникающие при территориальном управлении, которые эффективно решаются при помощи прикладных ГИС следующие:

- *городское планирование и проектирование объектов* (использование электронных карт позволяет визуально распланировать места будущих застроек города);
- *ведение кадастров инженерных коммуникаций, земельного, градостроительного, зеленых насаждений* (с помощью ГИС совместно с обычными БД удобно хранить информацию по различного рода недвижимости (гео-реляционная БД) и получать в удобном (графическом) виде информацию по запросам к такой БД);
- *прогноз чрезвычайных ситуаций техногенно-экологического характера* (при наличии соответствующих экологических моделей распространения загрязнений можно оценивать последствия выброса вредных веществ в случае аварий на опасных производ-

² Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ–ККФН (проекты 03-07-96138 и 03-07-96139 p2003зенисей_в)

ственных объектах, другой пример – прогнозирование затопляемых территорий во время весенних паводков);

- *управление транспортными потоками и маршрутами городского транспорта* (ввиду наличия в городе весьма интенсивных транспортных потоков, сопровождающихся, как правило, частыми заторами, задача управления движением транспорта в городе является достаточно актуальной);

- *построение сетей экологического мониторинга* (опять же ввиду наличия в городе большого количества загрязняющих источников, включая транспорт, желательна жесткая контроль за концентрацией вредных примесей в атмосфере и каким-либо образом препятствовать превышению ПДК в местах проживания людей, заповедника и др. мест);

- *инженерно-геологическое районирование города.*

Существующие полнофункциональные ГИС и геоинформационные технологии, решающие задачи подобного класса

В первую очередь следует упомянуть семейство программ компании ESRI, Inc. – ArcGIS, ArcView, ArcInfo и проч. Они успешно справляются со специализированными задачами благодаря наличию множества дополнительных модулей и встроенных макросов (языки AML, VBA for applications), инструментальных библиотек (MapObjects, ArcObjects), специализированных решений для серверов (ArcSDE, ArcIMS), настольных систем, Интернета, КПК.

Не менее известная на рынке ГИС компания MapInfo Corp. также предлагает широкий спектр программного обеспечения – от бесплатных программ просмотра геоданных до сложных серверных систем, различные инструментальные средства для разработчиков (MapX, MapBasic, и проч.), настраиваемое под конкретных заказчиков прикладное программное обеспечение (SpatialWare, MapXtreme, MapXtend, StreetPro, Discovery и проч.).

Среди лидеров зарубежного ГИС-рынка – компании Autodesk, Intergraph, Bentley и ряд других компаний. Каждая из них предлагает набор программных продуктов в рассматриваемой области.

Следует отметить ряд отечественных разработчиков профессиональных ГИС. Проект «Панорама» – это набор геоинформационных технологий, включающий в себя профессиональную ГИС "Карта 2000", профессиональный векторизатор электронных карт "Панорама-Редактор", инструментальные средства разработки ГИС приложений для различных платформ GIS ToolKit, систему учета и регистрации землевладений "Земля и право", конверторы для обмена данными с другими ГИС (DXF/DBF, MIF/MID, Shape, S57/S52 и т.д.) и специализированные приложения (связь, навигация, экологический мониторинг и другое). Близкий по составу комплекс программных средств можно найти у ряда других разработчиков. Центр геоинформационных исследований Института географии РАН развивает комплексные решения на основе ГИС-приложений GeoГраф, GeoDraw, GeoConstructor. Центр системных исследований «Интегро» (Уфа) создает прикладные системы на основе ПО ИНГЕО. ЮРКЦ «Земля» развивает собственную ГИС ObjectLand и прикладные системы на ее основе – ПК ЕГРЗ, «Реестр», «Земельная аренда», «Землепользование» и проч. Список компаний, работающих на российском рынке ГИС, можно продолжить.

Обоснование собственных разработок в этой области

Имеется ряд доводов в пользу собственной разработки средств создания прикладных ГИС:

- *Возможность гибкой настройки ГИС под узкоспециализированную задачу*

Если рассмотреть рынок существующих ГИС, то бросается в глаза тот факт, что, несмотря на наличие достаточно большого количества универсальных ГИС, имеется гораздо большее количество специализированных ГИС, решающих конкретные задачи. Это го-

ворит о том, что универсальные ГИС не являются достаточно эффективным средством для решения частных задач.

- *Автоматизация процессов создания и редактирования электронных карт*

Иногда при работе с существующими ГИС возникает ситуация, когда приходится выполнять повторяющиеся трудоемкие операции, автоматизация которых не предусмотрена, при наличии собственной разработки этого можно избежать.

- *Экономическая выгода*

Стоимость одного рабочего места относительно дешевых ГИС лежит в пределах от 300 до 5000 у.е.

- *Разработка и апробирование новых геоинформационных технологий*

При отсутствии собственной разработки можно лишь теоретически исследовать новые возможности ГИС. Например, реализация новой модели геоданных в рамках стандартной программы ArcView может натолкнуться на ограничения, связанные с реализацией ядра этой системы. Невозможность расширения стандартного набора средств тематического картографирования ГИС-библиотек классов (MapObjects, GeoConstructor, и проч.) ограничивает возможности анализа данных.

Создаваемое программное обеспечение должно быть совместимым с существующими профессиональными системами. Это повышает эффективность решения поставленной прикладной задачи в реальных условиях – возможно комбинированное использование различных систем. Например, подготовка (оцифровка) отдельных слоев карты может быть выполнена с помощью полуавтоматического векторизатора EasyTrace (одного из лидеров в данном классе ПО), сборка картографической композиции – с помощью настольной профессиональной ГИС MapInfo, а для тиражной версии программного обеспечения ГИС масштаба предприятия, которое призвано решать конкретные инженерные задачи по ведению базы пространственных данных имеет смысл собственная разработка, максимально учитывающая всю необходимую специфику задачи.

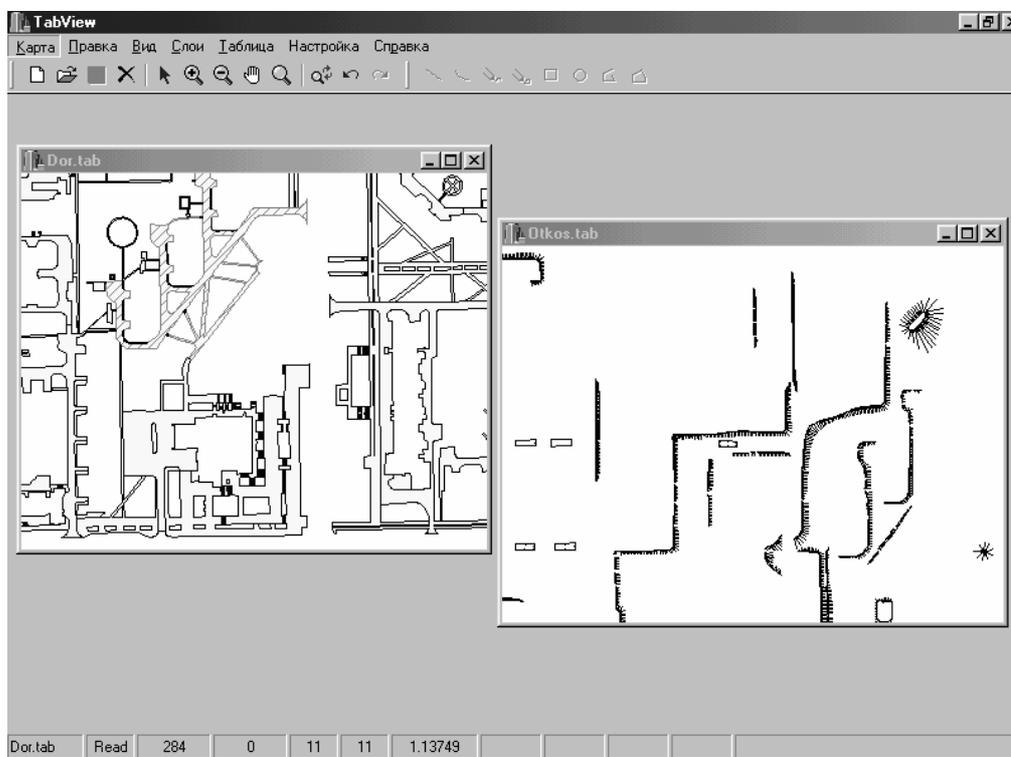


Рис. 1. Отдельная ГИС программа, позволяющая отображать и редактировать tab-файлы

К недостаткам собственной разработки можно отнести то, что построение надежной полноценной ГИС является достаточно трудоемким занятием.

Особенности реализации ГИС (графического ГИС ядра)

В силу доводов, приведенных выше, было решено разработать собственную ГИС [1,2].

Для того чтобы сократить время разработки, было принято решение использовать в качестве входных и выходных файлов файлы формата MapInfo, далее называемые как ТАВ-файлы. Формат файлов считается неизвестным (имеется неполное неофициальное описание формата), поэтому для чтения и записи информации из них используется свободно распространяемая библиотека MiTab, доступная в виде DLL-файла (имеется также исходный код этой библиотеке на языке Visual C++).

ТАВ-файлы содержат пространственное и атрибутивное описание объектов одного слоя карты. Для представления одного слоя используется от 2 до 5 ТАВ-файлов (они имеют разное расширение, главным из них является файл с расширением ".ТАВ"). При чтении ТАВ-файлов все данные сохраняются в собственных внутренних структурах программы, которые далее будут кратко описаны.

Первоначально ГИС разрабатывалась как отдельная программа в среде Builder 6.0. Примерно за 6 мес. была создана первая версия ГИС. В ней были реализованы функции визуализации и редактирования векторных слоев с применением ограниченного набора графических стилей. Она позволяла работать с несколькими слоями в отдельных окнах (рис.1), или одновременно со всеми слоями в одном (главном) окне.

На втором этапе было решено перейти на разработку графического ГИС ядра, используя предыдущие наработки. Это позволило параллельно выполнять две задачи – продолжать развивать графическую составляющую и разрабатывать независимо прикладную (интерфейсную) часть, использующую это ядро. Подобный подход позволяет также легко адаптировать ГИС под конкретного пользователя посредством простой настройки интерфейса под него.

Графическое ГИС ядро реализовано в виде отдельного класса "Окно вывода", через *public* методы которого предоставляется управление им. Каждый объект этого класса связывается с отдельным окном вывода картографической информации, при этом он является контейнером объектов класса "Слой" (рис. 2).

Объекты класса "Слой" содержат объекты с сопутствующей информацией, загружаемые из ТАВ-файлов.

На данном этапе разработки ядро подключается к прикладной программе с помощью подключения набора модулей к проекту прикладной программы.

Взаимодействие прикладной программы с графическим ядром происходит следующим образом. На форме программы, где предполагается отображать ГИС информацию, статически или динамически создаются оконные объекты, имеющие свойство Canvas (объект класса TCanvas).

Затем для каждого оконного объекта создается динамически объект класса "Окно вывода" с передачей ему в качестве параметра указателя на Canvas оконного объекта. Через созданный таким образом объект можно совершать все ГИС – операции со слоями (добавление, отображение и т.д.). При этом объекты слоев будут отображаться на той канве, указатель которой был передан при создании объекта класса "Окно вывода".

Коснемся теперь вопроса о внутреннем представлении ГИС – объектов в программе. Все объекты слоя хранятся в векторном списке (TList).

Структура объекта, за исключением несущественных отличий, представлена ниже (рис.3). Следует сделать некоторые пояснения к рис. 3. Идентификатор – целочисленное значение, идентифицирующее объект. Тип объекта может принимать следующие основные значения: ТОЧКА, ТЕКСТ, ПОЛИЛИНИЯ, ПОЛИГОН. Все простые (несоставные)

объекты имеют ровно одну часть. Область, занимаемая объектом, – это прямоугольная область, на границах которой находятся крайние (наиболее удаленные по X, Y) точки объекта. Графические стили объекта включают цвета и стили границы и области объекта. Дополнительные данные содержат текст текстового объекта или код значка для точечного объекта. Вершина части представляет собой пару вещественных координат (x,y).



Рис. 2. Структурная схема графического ГИС ядра

При рисовании объектов отображаются только те объекты, для которых пересеченные области, занимаемой объектом, с областью вывода не пусто.

Опишем функциональную сторону класса "Окно вывода".

На форме программы можно задать одновременно несколько независимых окон отображения картографической информации (каждый объект класса "Окно вывода" управляет одним окном отображения).

На данный момент класс "Окно вывода" позволяет выполнять следующие операции:

1. Открытие, закрытие и отображение произвольного количества слоев (при отображении пока поддерживаются только нестандартные стили для полигонов).
2. Управление порядком их отображения.
3. Перемещение по слоям и изменение масштаба отображения.
4. Автоматическая подстройка размеров и положения набора слоев под окно отображения.
5. Выбор объектов по выделению (реализован не полностью).

В силу того, что работа над графическим ядром началась относительно недавно, далеко не все функции в него были перенесены из ГИС-программы, созданной на первом этапе разработок. В частности, в ядро еще не перенесены готовые функции создания и редактирования объектов слоев.

В ближайшем времени планируется создать в графическом ядре поддержку растровых слоев.

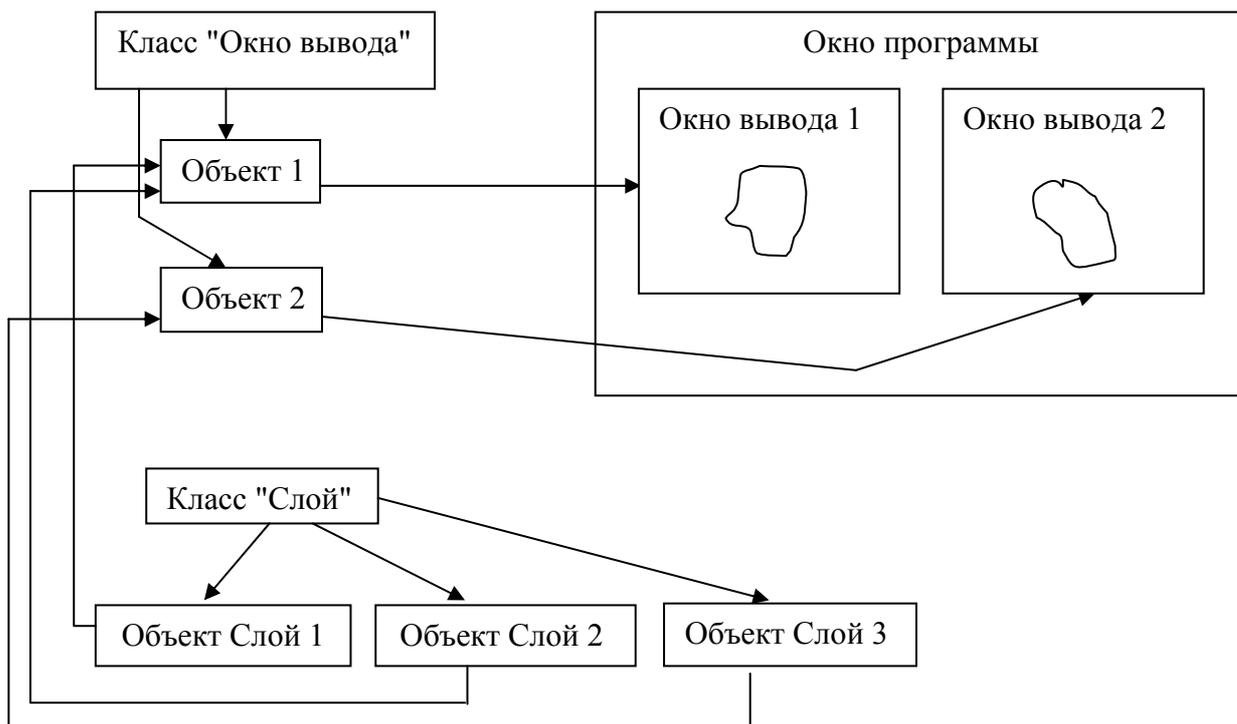


Рис. 3. Структура объекта слоя (внутренний формат данных программы)

Заключение

Разрабатываемые ГИС со проблемно-ориентированным интерфейсом предполагается использовать в задачах земельного кадастра, управления недвижимостью, в инженерных планах крупных предприятий, экологическом мониторинге, в научных исследованиях и моделировании территориально-распределенных процессов.

Литература

1. Домашняя страница разработчиков MiTab библиотеки <http://mitab.maptools.org/>.
2. Сайт ГИС-Ассоциации <http://www.gisa.ru>.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕРНЕТ-ЛАБОРАТОРИИ ЭКОЛОГИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Г. КРАСНОЯРСКА³

С.С. Замай, Ю.Д. Иванова, А.В. Токарев, А.В. Беляков

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск

Красноярский государственный технический университет, г. Красноярск

Введение

Данное исследование направлено на разработку математических и программных средств, предназначенных для создания в сети Интернет справочных и научно-образовательных сервисов, основанных на использовании информационно-

³ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-ККФН 03-07-96139 p2003енисей_v.

аналитических систем для анализа, прогноза и регулирования производственных, социально-экономических и экологических процессов. Разработанная информационно-организационная технология позволяет объединить междисциплинарные научные разработки с комплексными данными мониторинга и с помощью предлагаемых вычислительных моделей дать пользователю современные средства анализа пространственно-распределенных экологических процессов.

1. Состояние

Основным результатом деятельности научно-исследовательских коллективов, участвующих в разработке экологических информационно-аналитических систем, является методическое, технологическое, модельное и программное обеспечение для развития информационной инфраструктуры прогнозирования влияния, регулирования качества окружающей среды и формирования ресурсосберегающего природопользования. Созданные к настоящему времени при участии специалистов КНЦ СО РАН информационные ресурсы и развиваемые ими фрагменты региональной информационной инфраструктуры (в экологии, здравоохранении, управлении земельными и лесными ресурсами, в штабах ГО и ЧС и др.) – разработки для конкретных пользователей. Накапливаемый опыт можно обобщать на базе научно-исследовательского информационно-аналитического портала, в котором экологическая информация будет представлена в виде атласов, математических моделей, публикаций, и т.д.

Разработку технологического и программного обеспечения для научно-исследовательского информационно-аналитического портала ведет «Красноярская геоинформационная Интернет-лаборатория экологии и регулирования природопользования» (при поддержке гранта РФФИ-ККФН 03-07-96001-р2003енисей_в). Основная направленность проекта – создание технологических и программно-технических условий использования научно-исследовательских моделей и информационных ресурсов в едином информационном пространстве.

2. Структура Интернет-лаборатории

Геоинформационную Интернет-лабораторию планируется создать на основе действующего макета геоинформационного Интернет-сервера [1], предназначенного для моделирования территориально-распределенных экологических процессов.

Предполагаемые разделы и сервисы лаборатории (рис. 1):

- Механизм размещения и поддержки нескольких исследовательских проектов.
- Публикации. Каталог статей, разделенный по различным тематикам с возможностью привязки к отдельным проектам.
- Механизм поиска по сайту в целом и по разделам.
- Средства авторизации пользователей и возможность предоставления только тех ресурсов, к которым разрешен доступ.
- Средства администрирования портала.
- Лента новостей.
- Форум для общения участников лаборатории.
- Возможно, дополнительные разделы.

В первоначальную версию лаборатории планируется встроить несколько уже разработанных проектов.

1. Электронный экологический атлас г. Красноярска – информационная база для исследования экологических проблем города. В качестве исходной информации для тематических слоев атласа использованы опубликованные схемы, карты, данные гидрометеонаблюдений, результаты геохимических, геофизических и других съемок, отчеты городского отдела здравоохранения, данные городской онкологической поликлиники [2].

2. Экологический атлас заповедника «Столбы» – набор тематических электронных карт, построенных на основе геоинформационного анализа, обобщения и интерпретации результатов исследований экосистемы территории заповедника [3].

3. Сервер приложений эколого-экономического моделирования – средство автоматизированного решения задач комплексного анализа, оценки, и прогноза состояния экосферы и ущерба здоровью населения, природе и экономике территории. Первоначальное наполнение: государственные и научно-исследовательские модели оценки загрязнения атмосферы и рек.

4. База данных по водно-биологическим ресурсам Енисейского бассейна – экспериментальные оценки оптических характеристик и показателей качества воды [4].

Ниже описаны информационные технологии и несколько проектов, реализованных на базе макета геоинформационного Интернет-сервера.

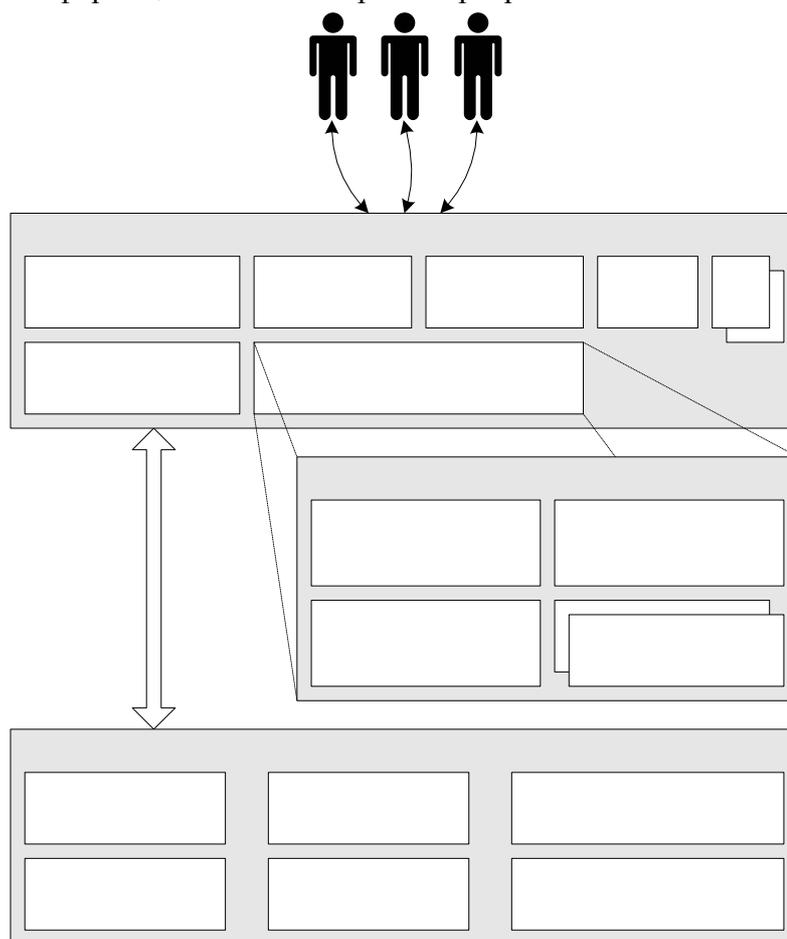


Рис. 1. Структура Интернет-лаборатории

3. Макет геоинформационного Интернет-сервера

К настоящему моменту реализован многопользовательский режим эксплуатации геоинформационного Интернет-сервера, предназначенного для моделирования территориально-распределенных экологических процессов. Создан действующий макет [5], в котором:

- на примере г. Красноярска реализованы возможности моделирования загрязнения приземного слоя атмосферы промышленными выбросами;

- на примере реки Енисей продемонстрирована возможность эмпирического моделирования водно-биологических ресурсов и численной оценки загрязнения вызванного точечным источником сбросов.

Доступ пользователя к серверу осуществляется посредством Web-браузера с поддержкой Java и не требует установки дополнительного программного обеспечения на локальный компьютер.

Основу серверной части составляет Web-сервер Apache с подключенным интерпретатором PHP [6], возможности которого расширены с помощью дополнительных модулей. Это компоненты для доступа к базам данных, программное обеспечение MapServer [7], а также разработанная библиотека визуализации пространственных распределений в виде линий уровней и полупрозрачных заливок на фоне карты местности. При написании программного обеспечения серверной части использовался принцип модульности, что позволяет легко расширять функциональные возможности. Предусмотрен механизм добавления новых расчетных модулей, после чего их функциональные возможности становятся доступны для всех пользователей сервера. Сами вычисления проводятся внешними расчетными модулями. Расчетные модули являются сценариями на языке PHP, в которых по определенным правилам запрограммированы реализации моделей.

Предусмотрено несколько вариантов реализации расчетных модулей.

1. Программа на языке PHP. Это простейший вариант реализации расчетного модуля. Он хорошо работает, если объем вычислительной работы относительно мал, поскольку язык PHP является интерпретируемым. В программе возможен доступ к объектам карты местности, что позволяет добавлять новые слои, выполнять тематическую раскраску карты, и т.д.

2. Модуль расширения языка PHP. Этот вариант предназначен для моделей, в которых объем вычислительной работы достаточно большой. Язык PHP содержит программные средства и инструменты, позволяющие создавать модули расширения языка, в которых содержатся новые функции. Поскольку модуль расширения является уже скомпилированной программой, то выполнение его функций осуществляется значительно быстрее, чем функций, написанных на PHP. Это позволяет вынести объемистую часть вычислений в отдельный скомпилированный модуль, и обращаться к нему из основной программы расчетного модуля (написанной на языке PHP).

3. Исполняемый файл серверной операционной системы. Этот вариант похож на предыдущий. Программа моделирования разрабатывается отдельно на любом языке программирования и компилируется в исполняемый файл. В дальнейшем он вызывается на исполнение из основной программы расчетного модуля, которая, по сути, будет выполнять функции согласования интерфейса. Естественно, необходимо продумать механизм передачи данных между исполняемым файлом и расчетным модулем.

Предложенная технология расширения возможностей сервера с помощью расчетных модулей позволяет реализовать достаточно широкий спектр задач моделирования. Разработчик обеспечен разнообразными программными средствами, в том числе:

- механизмом взаимодействия с пользователем;
- средствами доступа к различным СУБД (DBASE, MySQL, Interbase, Oracle, MS SQL Server, и т.д.);
- механизмом доступа к объектам карты местности;
- механизмом модификации объектов карты местности;
- готовыми библиотеками подготовки визуального представления данных.

4. Экологический Интернет-атлас г. Красноярск

Электронный экологический атлас г. Красноярск является информационной базой для исследования экологических проблем города. В качестве исходной информации для тематических слоев атласа были использованы опубликованные схемы, карты, данные гидрометеонаблюдений, результаты геохимических, геофизических и других съемок, отчеты городского отдела здравоохранения, данные городской онкологической поликлиники [8].

Созданное программное обеспечение (рис. 2), кроме просмотра карт, позволяет выполнять базовые операции над картографическим материалом (масштабирование, перемещение) и пространственные запросы (получение атрибутов объектов в указанной точке). Каждый раздел включает в себя необходимые пояснения к выбранной теме.

5. Реализация

Разработку портала геоинформационной Интернет-лаборатории планируется выполнить на основе современных Web-технологий. Основа сайта – система управления содержимым (CMS – content management system). CMS – это программный комплекс, позволяющий автоматизировать процесс управления, как сайтом в целом, так и сущностями в рамках сайта: макетами страниц, шаблонами вывода данных, структурой, информационным наполнением, пользователями и правами доступа, а также, по возможности, предоставляющий дополнительные сервисы: списки рассылки, ведение статистики, поиск, средства взаимодействия с пользователями и т.д. Такое решение имеет множество преимуществ над Web-сайтами предыдущего поколения; ниже приведены некоторые из них:



Рис. 2. Общий вид тематической карты (пример пользовательского интерфейса)

– Единое хранилище информации в базе данных. В хранилище помещается информация, содержащаяся на сайте (собственно, содержимое), а также информация, описывающая его (макеты страниц, структура, права доступа и пр.). Такой подход обеспечивает большую гибкость решения.

– Средства администрирования сайта, которые при авторизованном доступе обеспечивают возможность изменения его содержания и структуры. Они позволяют поддерживать сайт в актуальном состоянии без участия программистов. Схема одного из возможных способов реализации данной идеи представлена на рис.3.

- Разделение дизайна сайта и его информационного наполнения.
- Авторизованный доступ к информации.
- Удобное встраивание и использование интерактивных элементов (гостевая книга, форум, лента новостей, голосование и т.д.).

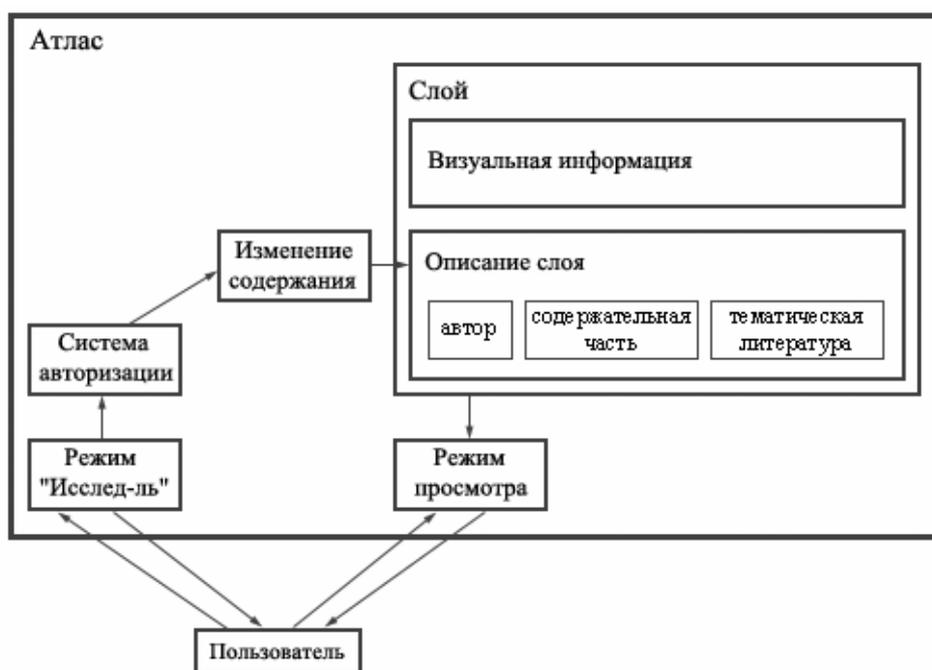


Рис. 3. Пример схемы обеспечения доступа пользователя к содержимому сайта для экологического Интернет-атласа г. Красноярска

В настоящее время существует большое число разработанных систем управления содержимым сайтов, как коммерческих, так и бесплатно распространяемых. Одним из таких свободно распространяемых порталов является phpWebThings [9]. Он сочетает простоту и мощь – отличается небольшим размером, очень легкими интерфейсами и быстрой работой.

Однако использование CMS не решает всех задач Интернет-лаборатории. Необходимо разработать механизмы ведения нескольких проектов, каталог ресурсов с разделением доступа, средства хранения и управления публикациями и др.

Для реализации проекта выбрано следующее программное обеспечение:

- операционная система – Unix (FreeBSD);
- Web-сервер – Apache;
- основной язык для разработки – PHP;
- система управления содержимым – phpWebThings;
- программное обеспечение для доступа к геоинформации – MapServer;
- система управления базами данных – MySQL.

Основные причины выбора:

- распространение в виде полного набора исходных текстов программ в соответствии с GNU General Public License, что подразумевает возможность его бесплатного получения, произвольного модифицирования, тиражирования и т.д.;
- наличие программных средств расширения функциональных возможностей;
- широкая распространенность.

Литература

1. А.В. Токарев. Интернет-технологии и программное обеспечение для информационных моделей природных и техногенных процессов // География: новые методы и перспективы развития / Материалы научной конференции тематической картографии (Иркутск, 16-19 апреля 2003г.). – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2003. – С. 187-188.
2. Ю.Д. Иванова. Воздействие факторов окружающей среды на заболеваемость злокачественными новообразованиями: особенности пространственно-временных связей (на примере г. Красноярска). // Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Красноярск: КрасГУ, 2002.
3. М.Г. Ерунова. Создание Геоинформационной системы Красноярского заповедника «Столбы». // Заповедное Дело. Научно-методические записки комиссии по заповедному делу. Вып.9. – Москва, 2001. – С. 76-80.
4. В.Н. Лопатин, А.Д. Апонасенко, Л.А. Щур. Биофизические основы оценки состояния водных экосистем (теория, аппаратура, методы, исследования). – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН. – 2000. – 360 с.
5. Макет геоинформационного Интернет-сервера для моделирования территориально-распределенных экологических процессов (http://www.torins.ru/demo/eco_model.php).
6. Официальный сайт РНР (<http://www.php.net/>).
7. Официальный сайт MapServer (<http://mapserver.gis.umn.edu/>).
8. Экологический Интернет-атлас г. Красноярска (<http://info.krasn.ru/ecoatlas/>).
9. Сайт phpWebThing (<http://sourceforge.net/projects/phpwebthings/>).

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И ДЕШИФРИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ СТРУКТУР В ЗАДАЧАХ ПРИРОДООХРАННОГО ХАРАКТЕРА

М.Н. Колмаков

Красноярский филиал Госцентра “Природа”, г. Красноярск

Данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) в последнее время находят все более широкое применение в мире. Растет число спутников ДДЗ, увеличивается спектр возможностей ДДЗ (спектрональная, радиометрическая съемка), растет разрешение (до 0,6-1 м), снижается периодичность съемки, происходит все большая коммерциализация отрасли, резко возрастают объемы архивов. Разработаны методические подходы к анализу ДДЗ, широк спектр программных продуктов, обеспечивающих выполнение основных операций над этими данными. Поэтому важно оптимизировать процесс извлечения информации, содержащейся в космоснимках. Это позволит выбрать методические подходы к обработке снимков, обеспечивающие корректное решение поставленной комплексной задачи и обеспечит необходимую экономию времени и ресурсов. В данной статье будет рассмотрена технологическая схема и рассмотрен ряд методик обработки и дешифрирования ДДЗ.

Под данными дистанционного зондирования мы будем понимать данные, полученные с искусственных спутников земли (ИСЗ) сканерным методом и имеющие цифровой вид (Ресурс-О, SPOT, NOAA, LANDSAT и т.д.). Обработка снимков, полученных фотографическим методом (Ресурс-Ф), отличается от обработки сканерных снимков только наличием нескольких дополнительных этапов: проявления пленки, оцифровки фотоматериала. В целом процедуру обработки снимка можно разбить на несколько этапов: радиометрическая коррекция, геометрическая коррекция и топографическая привязка, улучшение изображений, анализ изображения, выделение признаков, классификация, представление результатов, анализ и интерпретация полученных результатов, экспорт результатов в ГИС, хотя не исключены и дополнительные этапы. Набор выполняемых операций зависит от стоящих перед исследователем задач, т.е. типа проводимой обработки, а также от вида снимка (фотографический, сканерный, радиометрический).

Определенную обработку снимки проходят еще на борту летательного аппарата, она заключается в устранении определенных типов искажений в системах сбора данных, так называемая *бортовая обработка*. Наземную обработку снимки проходят на станциях приема данных. Это, так называемая, *радиометрическая коррекция*, она заключается в регулировке смещения и усиления, удаление шумов системы, радиометрической калибровке, корректировке угла сканирования/освещения и т.д. [1]. Конечному пользователю поставляются данные уже прошедшие эту обработку и не требующие от него дополнительного вмешательства.

В некоторых случаях изображение может иметь какие-либо систематические искажения, связанные с ограничением точности позиционирования датчика, дефектами оптической системы, кривизны и вращения земли, отклонения от направления движения (рыскание), качки (крена) и угла наклона космического аппарата, нелинейности сканирующего зеркального профиля и т.д. В таких случаях изображение нуждается в *геометрической коррекции*. Возможны два способа проведения геометрической коррекции. Первый из них основан на знании природы искажений и точной модели сканирующей системы, он будет эффективен при наличии подробных характеристик искажений, однако параметры сканирующей системы, а также информация о свойствах атмосферы на момент съемки: ее оптической толщине, коэффициенте рассеивания, различных локальных неоднородностях, для пользователя, как правило, недоступна, а значит данным методом воспользоваться нельзя [1]. Второй способ основан на установлении математической зависимости между положением пикселя на изображении и соответствующими координатами на местности. Найденная математическая зависимость может быть использована для коррекции всего изображения независимо от количества каналов в нем и без знаний о природе самих искажений. Для поиска этой зависимости систему координат снимка представляют в виде пары функций f и g , где $u = f(x,y)$ и $v = g(x,y)$ – координаты пикселя снимка, а x и y – координаты соответствующей точки на карте. Если обе функции известны, то можно определить местоположение пикселя на снимке, зная его позицию на карте, и наоборот, зная координаты точки на карте, можно определить ее положение на изображении. Функции f и g не всегда известны, для их нахождения используют метод контрольных точек. Так как вид функций f и g неизвестен, то обычно используют полиномы первого, второго и третьего порядка, например, в случае полинома второго порядка функции примут вид:

$$u = a_0 + a_1 + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2$$

$$v = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2$$

Использование полиномов порядка более, чем третьего, может вызвать появление ошибок больших, чем те, которые изначально необходимо было скорректировать. Количество контрольных точек (пары координат на карте и изображении) должно быть достаточным для оценки полиномиальных коэффициентов a_i и b_i , минимальное количество

контрольных точек для полиномов первого, второго и третьего порядков 3, 6, 10 – соответственно. В случаях, если требуется провести преобразование проекции (снимки со спутника приходят в уже заданной системе координат и проекции), выполняется *топографическая привязка* снимка. Такая привязка космического снимка к карте называется *ректификация*, она может выполняться в таких специализированных ГИС пакетах, как Erdas Imagine, Arc/Info, Er-Mapper и др.. Однако, если территория, охватываемая снимком, очень большая и/или местность имеет ярко выраженный рельеф с большими перепадами высот, то применяется другой метод – *ортотрансформирование* – решение трехмерной задачи, учитывающей особенности камеры, условия съемки и характер местности. Этот метод позволяет получать ортоисправленные снимки, по всем параметрам геометрически подобные картам. Этот метод намного сложнее и более трудоемкий, требует создания цифровой модели рельефа местности. Для данной операции могут использоваться пакеты Erdas Imagine, Er-Mapper и OrthoSpace, разработанный ЗАО Совинформспутник и предназначенный специально для ортотрансформирования снимков КВР-1000 (2).

Полученный снимок, как правило, содержит “шумовые” значения, нуждается в улучшении качества и выделении значимой для данной задачи информации. Для этого проводят *улучшение изображения*. Оно осуществляется путем фильтрации верхних и нижних частот, преобразований гистограмм. Для фильтрации изображений чаще всего применяют двумерные фильтры, они подбираются для каждой задачи, исходя из поставленных целей. Так низкочастотная подчеркивает крупные структурные элементы и может быть использована при уточнении блоковости территории. Высокочастотная, наоборот, подчеркивает наиболее мелкие структурно-вещественные комплексы и контрастирует линейные элементы. Направленную высокочастотную фильтрацию рекомендуется проводить при подготовке изображения к линеamentному анализу. Кроме того, существуют специальные фильтры Собела, Лапласа, Превитта и др. (3), используемые в основном в ходе подготовки изображения для подчеркивания контуров объектов. К методам улучшения качества изображения можно отнести также метод главных компонент, он используется как эффективный инструмент анализа данных, позволяющий выявить основные закономерности анализируемых изображений, выявляя и подавляя помехи, увеличивая тем самым информативность изображения и облегчая его интерпретацию. Метод объединения снимков с различным разрешением (данная функция реализована в ГИС Erdas Imagine) также позволяет увеличивать пространственное разрешение исходного изображения путем наложения изображений с разным пространственным разрешением. Для выравнивания яркости и вычленения элементов с “паразитической” яркостью целесообразно провести фокальный анализ. Выбирать спектральные зоны из снимка для анализа нужно с учетом информативности того или иного канала для данной работы. Следует учитывать, что красный и инфракрасный каналы наиболее информативны для разделения в пространстве всех выделенных классов. Объекты гидрографии будут выделяться по наиболее темному фототону, снежные поверхности – по наиболее светлому. Зеленый канал может быть использован для выделения снежных поверхностей, объекты остальных классов практически не различимы на этом участке спектра. Таким образом, для дешифрирования изображения более целесообразно выбирать красный и ИК диапазоны. Однако для получения интегральных характеристик распределения фототона необходимо использовать все три спектральных канала.

При *анализе изображений* используются различные цифровые методы, дающие дополнительную информацию и позволяющие получить более объективную картину. Например, арифметические операции (отношение, разность) помогают проследить изменение спектральных характеристик изображения. С их помощью могут быть выделены объекты, образы которых имеют сильные различия в выбранных спектральных диапазонах. Кластерный анализ выделяет контуры неконтрастные по спектральной яркости, что

достигается путем пересчета многозонального изображения в однозональное через спектральный анализ каждого канала, методом Isodata. Часто для получения интегральных характеристик изучаемых объектов необходимо выполнить преобразование и комплексирование спектральных каналов. Сущность подобной обработки состоит в применении к изображению формальных вычислительных операций. Этот процесс может проходить в несколько приемов. На первом уровне обрабатываются исходные зональные изображения (к примеру, вычисляются разности фототона спектральных каналов), далее обработке подвергаются результаты, полученные на первом уровне (например, парные отношения вычисленных на первом этапе разностей). Третий уровень включает в себя статистическую обработку разноуровневых изображений (как правило, синтезирование или расчет их главных компонент). Синтезирование обеспечивает упрощение исходного изображения, перевод его в условные цвета, которые затем можно будет идентифицировать с природными объектами на земной поверхности. Как правило, эти операции дают максимальный эффект в задачах ландшафтного и геоморфологического районирования [2]. Наиболее простым преобразованием является синтез спектральных каналов изображения. Он позволяет получить фотопортрет территории в условных цветах. Однако, несмотря на информативность полученной картины, проанализировать суть полученных компонент достаточно сложно. Линеаментный анализ позволяет выделить линейные аномалии в распределении фототона на изображении. К сожалению, пока все автоматические методы выделения линеаментов основаны на отслеживании протяженных линейных перепадов контраста заданной длины (и иногда в заданном угле). Результатом такой операции является все множество найденных «штрихов», дающее, как правило, лишь общее представление о распределении линеаментов, их преобладающем направлении и т.п. Выделение же в нем конкретных структур и их интерпретация по-прежнему остается за экспертом. Один из способов решения этой проблемы состоит в подготовке исходных изображений к линеаментному анализу. Необходимо сначала выделить на изображении те объекты, линейные структуры в которых будут наиболее интересны для дальнейшего исследования и применять компьютерную обработку именно к такому изображению. Это сделает процесс линеаментного анализа более управляемым и улучшит результаты обработки.

Выделение признаков заключается в отборе и комбинации линейных признаков, сегментации и текстурном анализе изображения. Выделение площадных структур предполагает проведение анализа характеристик пространственного распределения пикселей изображения (фототон, структура и т.д.). Зная характеристики фототона конкретного природного объекта, можно использовать **классификацию** по эталонам (сигнатурам). Это более настраиваемый метод, его результаты более корректны и легко интерпретируемы. Однако этот метод не всегда возможно применять, так как он требует знания конкретных фотохарактеристик объектов. Наиболее сложным моментом при проведении классификации является выбор так называемого признакового пространства, т.е. тех характеристик, поведение которых и будет идентифицировать искомые объекты. Выполняется это путем построения на изображении специального слоя, отдельные контуры которого включают наиболее характерные объекты разных классов (выделение сигнатур). При построении такого слоя целесообразно использовать тематические карты, отвечающие теме проводимых работ. Полученные спектральные характеристики выделенных объектов анализируются путем сравнения гистограмм яркости этих объектов. Данный этап может включать несколько итераций, в ходе которых будут уточняться границы объектов, корректироваться слой рабочей области. После выделения всех сигнатур и окончательного уточнения границ объектов можно проводить классификацию. В ГИС Erdas Imagine классификацию с применением сигнатур можно провести методом максимального правдоподобия. Это будет классификация с *обучением*, где роль обучающего набора будет играть слой выделенных сигнатур. Классификация без эталонов (*кластеризация*

зация) позволяет выделить участки изображения, характеризующиеся одинаковым поведением фототона. Результат в этом случае зависит от количества искомым областей (*кластеров*) и их делимости в выбранном пространстве. Формально фототон изображения может быть описан следующими математическими характеристиками: интенсивностью и степенью изменчивости. Уровень интенсивности фототона показывает отражательную способность объекта и соответственно зависит от многих внешних факторов: состояния растительного покрова и периода вегетации, параметров солнечной экспозиции и т.п. Это может стать серьезным препятствием, например, в случае обработки мозаики разносезонных изображений. Степень изменчивости фототона, напротив, более устойчива к изменению сезона и времени съемки. Таким образом, для выполнения районирования территории по изображению эту характеристику можно считать более независимой и объективной. Необходимо отметить также такое свойство признакового пространства, как уровень интегральности данных. Так в случае выполнения классификации по изображениям, близким к исходным, мы получим сильно дисперсную картину районирования, в которой каждый класс будет представлен дискретными пятнами малой площади. В этом случае анализ полученной мозаики и интегрирование этой информации вновь будет выполняться экспертом [4]. Автоматически выделить крупные площадные объекты на изображении возможно только с использованием производных характеристик, полученных путем осреднения в скользящем окне (генерализация).

Форма *представления результатов* должна быть обусловлена предполагаемой методикой обработки изображений. Традиционно материалы дистанционного зондирования передаются в TIFF и IMG форматах, которые легко импортируются практически во все программные пакеты и обеспечивают передачу координатной привязки.

Анализ и интерпретация полученных результатов, конечно, остаются за экспертом, на основе собственного опыта и представлений, сформированных на этапе предварительного анализа материалов на исследуемую территорию. Специалист интерпретирует полученные результаты, отождествляя выделенные образы с реальными объектами природной среды. Для определения характеристик выделенных структур часто используется статистический анализ полученных результатов. Завершением этапа является построение результирующих документов (карт), а также отбор данных, интересных для проведения дальнейшего интегрированного анализа. На этом этапе очень важна роль ГИС, как инструмента, обеспечивающего увязку разнородной информации и удобный интерфейс для работы с пространственной информацией.

Если целью работы является получение векторного слоя с результатами дешифрирования космоснимка, то необходимо произвести *экспорт* полученных *данных в ГИС*. Для этого проводится векторизация генерализованного классифицированного изображения, для чего могут быть использованы имеющиеся обменные форматы данных ГИС системы Erdas Imagine, MapInfo, ArcView. Оценку площадей полученных территорий, а также печать итоговых карт, лучше всего проводить в ГИС MapInfo, имеющей богатый набор инструментов для выполнения подобных задач. Таким образом производится обновление существующих карт и готовится база для проведения дальнейшего совместного анализа с другими данными (картами, схемами и т.д.).

Литература

1. Кашкин В.Б. Автоматизированная обработка изображений. Космические средства контроля окружающей среды. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2000.
2. Гречищев А.В., Кузнецов О.В. Применение российских космических снимков высокого разрешения для изучения Земли и в геоинформатике / Геодезия и картография. – 2002. №4. – с.23-29.
3. Любимова А.В. Применение данных дистанционного зондирования в геологии и природопользовании / Сайт лаборатории геоинформатики и информационного центра ВНИИ-

геосистем [Электронный ресурс] / ДДЗ.–
http://astra.geosys.ru/pageslab/articles/a_anna2.htm.

- Любимова А.В., Спиридонов В.А. Методика и перспективы создания автоматизированных технологий обработки материалов дистанционного зондирования в целях решения задач природопользования / Сайт лаборатории геоинформатики и информационного центра ВНИИГеосистем [Электронный ресурс] / ДДЗ. –
http://astra.geosys.ru/pageslab/articles/a_anna1.htm.

ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ, СВЯЗАННЫХ С ПРИРОДНО-РЕСУРСНОЙ ТЕМАТИКОЙ⁴

А.А. Гостева, М.Г. Ерунова, О.Э. Якубайлик

*Красноярский государственный технический университет,
Институт вычислительного моделирования СО РАН*

Введение

Геоинформационные системы прочно вошли в жизнь и используются в самых разных сферах деятельности человека – от городского планирования до прогнозирования районов бедствий во время стихийных катаклизмов. ГИС нашли широкое применение и в деле охраны окружающей среды многих стран и регионов мира. В сочетании с другими методами, ГИС служат прекрасным дополнением в работе по разным экологическим и природоохранным проектам, и их часто используют для создания баз данных по редким видам, сообществам и ресурсам, для моделирования последствий антропогенного пресса на чувствительные экосистемы, для разработки планов неистощительного землепользования. При таком росте спектра решаемых с помощью ГИС задач растет соответственно и количество и качество программного обеспечения ГИС [1].

Среди многообразия ГИС наиболее популярными являются ГИС-пакеты ESRI, MapInfo, Autodesk, EasyTrace, продукты Bentley, CADDY и ERDAS. Особо стоит отметить, что наряду с зарубежными фирмами на российском рынке конкурируют и отечественные, широко известны программные продукты GeoDraw/GeoGraph, Панорама, Ин-ГЕО, Парк, CSI-MAP, Sinteks ABRIS, ObjectLand. Но ни один пакет ГИС не содержит достаточно необходимый и удобный набор инструментов, позволяющих решать задачи от подготовки и преобразования геоданных до применения к ним методов пространственного анализа.

Подготовка и преобразование данных – это один из трудоемких и необходимых этапов создания векторных моделей любых территорий. Территории, связанные с природно-ресурсной тематикой, требуют отдельного комплексного подхода, связанного с разнородными и разномасштабными данными, которые специфичны по своей структуре, для преобразования этих данных в векторные существует множество технологий. При практической работе были изучены различные программные продукты ГИС, их особенности и недостатки. В результате была отработана технология обработки различных картографических данных (бумажные карты, готовые цифровые карты, не удовлетворяющие по какому-либо критерию, космические снимки и т.д.), которая представляется нам наиболее удобной и простой, а главное менее трудоемкой.

Приведенные ниже технологические решения были получены в процессе разработки проектов: карты административно-территориальных образований (АТО) Красноярского края (которая насчитывает 606 АТО уровня сельсовета и 1755 населенных пунктов края); набора тематических карт по исследованию озера Шира; карты физико-географических характеристик и экологического состояния природного заповедника

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ–ККФН (проекты 03-07-96138 и 03-07-96139 р2003енисей_в)

«Столбы» [2, 3]. Предлагаемые технологии не являются единственными при подготовке геоданных, но на наш взгляд они являются менее трудоемкими, легкими в реализации и доступными.

Технология преобразования бумажных источников в цифровую модель поверхности

Методика построения цифровых моделей поверхностей, связанных с природно-ресурсной тематикой, отработанная на многих территориях Красноярского края, выглядит следующим образом:

- Сканирование бумажных источников;
- Обработка данных в программах-векторизаторах;
- Оцифровка отдельных слоев;
- Перемасштабирование в единую систему координат при помощи GPS-приемника;
- Склейка;
- Создание таблиц с атрибутивными данными к каждому слою;
- Обработка данных в ГИС конечного пользователя;
- Подготовка отдельных слоев ГИС;
- Сбор всех слоев в одну карту.

Обработка данных в программах-векторизаторах заключается в следующем:

- перевод карт в цифровую форму по растровой подложке;
- получение отдельных векторных слоев – точечных, линейных и полигональных. При векторизации цифруются только точки или дуги. Полигоны не цифруются, а формируются специальной пост-процедурой сборки полигонов из дуг;
- сшивка слоев: так как растры большинства территорий состоят из нескольких частей, необходимо объединение данных по каждому слою;
- идентификация всех объектов каждого слоя;
- создание каждому отдельному слою атрибутивной таблицы данных;
- создание слоев усложняется такой проблемой, как несоответствие масштаба у исходных карт. Существуют специальные ГИСовские функции, позволяющие выполнять перемасштабирование объектов;
- следующий этап – преобразование этих слоев в географические координаты. Для этой задачи удобней использовать GPS (Global Positioning System) – прибор спутниковой системы глобального позиционирования. С помощью GPS получают географические координаты заданных территорий.
- перевод данных в абсолютные географические координаты.

Технология обработки данных космических снимков

В настоящее время существует множество источников разнообразной картографической информации, но большинство из них не удовлетворяют предъявляемым требованиям, часто информация бывает устаревшая. Для устойчивого обновления картографической информации целесообразно использовать космические снимки, так как это высокоэкономичный способ картографирования, с достаточно точной географической привязкой.

Стоимость данных дистанционного зондирования становится ниже с каждым годом. Более того, сегодня в Интернет доступны ресурсы, на которых можно бесплатно получить космические снимки, разрешение которых достаточно для решения многих прикладных задач. В частности, в каталоге CARTERRA [4] предоставлены в свободный доступ снимки с разрешением около 14 м на пиксель на значительную часть территории земной поверхности, полученные с помощью сенсора IKONOS. Указанные снимки – позиционированные фотографии (preview), которые дают представление о коммерческих

снимках метрового разрешения. В то же время, точность этих preview-снимков может оказаться достаточной для уточнения среднemasштабных карт с масштабом вплоть до 1 : 25 000. На них хорошо просматриваются реки, гидрография, населенные пункты, дорожная сеть, эрозионная и овражно-балочная сеть, контуры лесных массивов, лесополосы, контуры сельскохозяйственных угодий и другая информация. С их помощью можно отслеживать динамику изменений местности. Актуализация карт – немаловажная проблема в наше время. Регулярные космические съёмки предоставляют объективный, оперативно получаемый материал о состоянии территорий и её изменениях, а современные геоинформационные технологии обработки космических снимков обеспечивают точное совмещение разновременных материалов для изучения и картографирования динамики изменений. Все перечисленное крайне важно в задачах природно-ресурсной тематики.

Для того чтобы космические снимки несли в себе полезную информацию, а не являлись просто растровым изображением, нужно привести их к должному виду, т.е. привязать к географическим координатам, перевести в нужную проекцию и также выполнить ряд других операций. С каждым снимком связаны координаты его угловых точек, представленные в градусах широты/долготы. Необходимо преобразовать фотоснимок в нужную проекцию, для чего используется ГИС IDRISI или другая программа, которая позволяет выполнить перепроектирование растровых данных (космических снимков) из одной картографической проекции в другую. Это необходимо для создания единого растрового поля (подложки) для последующего обновления векторных данных. Например, для получения космического снимка города Красноярска в границах городской черты потребовалось сшить в единый растр 12 снимков IKONOS.

В случае ГИС IDRISI, которая состоит из набора отдельных модулей с общей программной оболочкой, последовательность действий состоит в следующем. Для начала снимок импортируется в файл внутреннего формата IDRISI. Далее производится преобразование растра в нужную проекцию. Используя соответствующий модуль, полученный файл экспортируется в графический формат, позволяющий использовать его в качестве растровой подложки. Затем создается world-файл, где содержатся географические координаты углов космического снимка – это стандартный формат в ГИС ArcView, который при необходимости может быть конвертирован в форматы других систем. Теперь, когда космический снимок преобразован в нужную проекцию и привязан к географическим координатам, можно проводить с ним различные операции, например, можно отследить изменения в контурах сельхозугодий, автодорогах и т.п. Можно уточнять карты более мелкого масштаба, т.е. поработать с точностью, или использовать в качестве растровой подложки. Все дальнейшие операции с преобразованным снимком проводятся в специализированном программном обеспечении ГИС.

В рамках реализации ряда проектов по приведенной методике были выполнены работы по актуализации карты административно-территориальных образований (АТО) Красноярского края – основы для карто-ориентированных информационных систем краевого уровня, которая насчитывает 606 АТО уровня сельсовета и 1755 населенных пунктов края. В процессе подготовки данных потребовалось обработать более 100 космических снимков.

Точность и качество картографической информации

Качество является одним из основных управляемых параметров процесса создания цифровых карт наряду со временем, стоимостью, информационными ресурсами.

В силу многообразия задач, решаемых с помощью цифровых карт, трудно четко и однозначно определить универсальные критерии их качества. Ситуация на рынке цифровых карт на данный момент такова, что в основном они создаются для конкретного проекта, в отличие от картографии традиционной, где в качестве картографической основы проекта выбираются уже существующие карты [5].

Качество цифровых карт складывается из информативности, точности, полноты и корректной внутренней структуры. Информативность прежде всего зависит прежде всего от источника картографического материала (бумажной карты). Полнота передачи содержания источника при переводе в цифровую форму зависит в основном от технологии создания цифровых карт, то есть от того, насколько технологическая линия обеспечивает контроль пропусков операторами объектов оцифровки. Создание корректной внутренней структуры зависит, в основном, от возможностей программного обеспечения ГИС. Более подробно рассмотрим точность цифровых карт. В понятие точности мы будем вкладывать ошибку положения контуров цифровых карт относительно источника, передачу размеров и форм объектов при оцифровке, а также ошибку положения контуров цифровых карт относительно местности, связанную с источником получения цифровых карт (деформация бумаги, искажения растрового изображения при сканировании и т.п.). Точность зависит от программного обеспечения, используемого оборудования, источника оцифровки, используемой технологии.

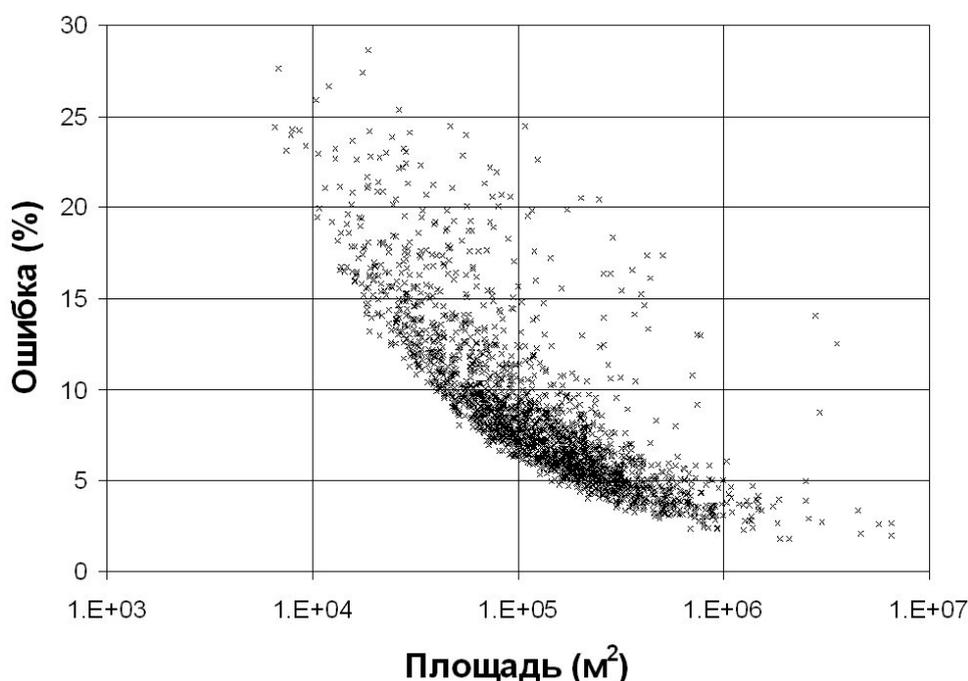


Рис. 1. Ошибка в определении площади отдельных полигонов

Для оценки точности полученных цифровых моделей поверхностей выбирают «наиболее неблагоприятную» из подготовленных цифровых карт, для которой и определяют ошибку точности, которая складывается из таких погрешностей:

- погрешность первоисточника – бумажной карты, используемой в качестве подложки при оцифровке. Погрешность зависит от масштаба карты и определяется параметрами минимального по размерам объекта карты, например, толщиной линии. Принято считать, что точность отображения данных на бумажных картах составляет около 0.4 мм – это и есть приближенное значение толщины линии. Например, для карты масштаба 1 : 25 000 это соответствует 10 метрам на местности;

- погрешность векторизации. Возникает в процессе создания цифровой модели и зависит от используемой компьютерной технологии. Вклад в эту погрешность вносят сканирование, методика оцифровки и математические операции преобразования данных. Считается, что использование современных сканеров с разрешением не менее 300 точек на дюйм, прикладных программ-векторизаторов и методики оцифровки, в которой век-

торная линия создается в пределах пикселей растровой линии, делает погрешность векторизации пренебрежимо малой, т.е. ею можно пренебречь.

– погрешность картографической модели. Связана с преобразованиями пространственных данных. Например, можно оценить точность построения грид-темы в ГИС на основе используемого метода интерполяции. Другой пример – точность цифровой модели рельефа определяется интервалом, через который проведены линии уровня (горизонтали).

Так, например, при определении оценки точности созданной цифровой модели заповедника «Столбы» была выбрана «наиболее неблагоприятная» из подготовленных цифровых карт – карта растительности. Ее «неблагоприятность» связана с тем, что количество полигонов на этом слое больше, чем на других (> 2100). Для каждого полигона получена ошибка погрешности (рис. 1). Для определения усредненной ошибки карты в целом использовалась оценка медианы как наиболее устойчивая к выбросам ($M_e=7.77$).

В задаче по исследованию озера Шира была проведена работа по созданию топографической основы из бумажного источника к векторному виду, где точность карты (масштабом 1:200 000) в максимуме дает примерно 80 м (в 1 см карты – 2 км местности, 80 м \sim 0.4 мм – примерная толщина линии на бумаге). Такая точность не устраивала заказчика, потому была предложена методика уточнения имеющихся данных по космическим снимкам, где точность составляет около 14 метров на пиксель (аналогичная оценка: 14 м \sim 0.4 мм толщины линии на бумаге, отсюда получаем в 1 см карты – 350 м местности, т.е. снимки соответствуют масштабу 1: 35 000).

Литература

1. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Программное обеспечение и технологии геоинформационных систем. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 112 с.
2. Гостева А.А. Технология подготовки данных для интерпретации результатов биолюминесцентного анализа озера Шира // География: новые методы и перспективы развития / Материалы XV конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. – С. 177-178.
3. Ерунова М.Г. Создание Геоинформационной системы Красноярского заповедника «Столбы» // Заповедное Дело. Научно-методические записки комиссии по заповедному делу. Вып.9. – Москва, 2001. – С. 76-80.
4. <http://www.spaceimaging.com/> – CARTERRA Online Catalog
5. <http://www.geosphere.ru/?ID=30> – В.Б. Яровых. Проблемы качества векторных цифровых карт для ГИС.