

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ ВПО «СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

ГЕО-СИБИРЬ-2006

Т. 1

ГЕОДЕЗИЯ, ГЕОИНФОРМАТИКА, КАРТОГРАФИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ

Ч. 1

Сборник материалов
международного научного конгресса

Новосибирск
СГГА
2006

УДК 528:528.9:622.1
С 26

Ответственные за выпуск:
координаторы направления
«Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»
Доктор технических наук, профессор, директор ИГиМ СГГА
А.П. Карник
Доктор технических наук, профессор СГГА
Д.В. Лисицкий
Кандидат технических наук, директор ФГУП центр «Сибгеоинформ»
В.Ф. Рожков

С 26 ГЕО-Сибирь-2006. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 1 : сб. материалов междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2006», 24 – 28 апреля 2006 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2006. – 240 с.

ISBN 5-87693-193-4

В сборнике опубликованы материалы международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2006» направления «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия».

Печатается по решению Редакционно-издательского совета СГГА

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 528:528.9:622.1

ISBN 5-87693-193-4

© ГОУ ВПО «Сибирская государственная
геодезическая академия», 2006

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ГИС

Одной из наиболее популярных тем современных научно-технических публикаций в области геоинформатики в России является создание территориальных геоинформационных систем (ГИС).

Важность и актуальность этого вопроса обусловлено тем, что геоинформационные технологии, позволяющие создавать, хранить, анализировать, перерабатывать и предоставлять потребителю пространственно привязанную информацию, являются важнейшей и интенсивно развивающейся составляющей жизни современного общества. Они пронизывают все сферы хозяйственной, социальной, бытовой деятельности человека и являются эффективным средством повышения качества жизни, административного и технологического управления. В условиях динамичного развития общества, усложнения технической и социальной инфраструктуры, установки на устойчивое развитие территорий, геоинформация становится стратегическим ресурсом, существенным фактором успешного экономического развития и конкурентоспособности территорий, как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Особое внимание к ГИС-технологиям проявляют органы власти и управления территориями, основные отрасли экономики, крупные производственные, финансовые и коммерческие структуры. Это обусловлено их стремлением получить мощный инструмент для поддержки аналитической деятельности и принятия решений с максимальной эффективностью и экономией используемых ресурсов.

Первым и необходимым этапом создания территориальной ГИС является задание целостного представления создаваемой геоинформационной системы всеми субъектами информационного процесса. Целями этого представления являются определение современных и на перспективу потребностей территории в пространственно-временной информации, обозначение роли и места ГИС в едином процессе информатизации, выработке стратегии объединения и концентрации имеющихся ресурсов на создание единого геоинформационного пространства и включения геоинформационных методов в процессы обеспечения жизнедеятельности и развития территории.

Вначале необходимо определить сущность и место территориальной ГИС в общей системе информационного обеспечения процессов социально-экономического развития территории и жизнедеятельности населения.

Известно, что в этой системе значительный объём (до 80%) занимает информация, содержащая пространственно-временную составляющую и представляющая особый вид информации – геоинформацию. Геоинформация и ее производные: геоинформационные модели территории, результаты

пространственного анализа и проекты по организации территории включают пространственно-временные координированные данные.

Геоинформация используется при решении задач территориального управления на федеральном, региональном, районном и муниципальном уровнях, обеспечивает функционирование отраслей и отдельных предприятий, используется для долгосрочного планирования экономического и социального развития территорий, прогнозирования кризисных ситуаций и процессов. На её основе разрабатываются системы ведения земельного, лесного, водного и градостроительного кадастров, кадастров особо охраняемых природных территорий, месторождений и проявлений полезных ископаемых. На основе пространственной информации создаются системы управления территориями, промышленными предприятиями и транспортом, а также навигационные системы. Пространственная информация всё шире применяется в средствах массовой информации, Интернете, справочных и образовательных системах.

Комплексное межотраслевое обеспечение территорий геоинформацией осуществляется путем создания и функционирования территориальных геоинформационных систем.

Территориальная геоинформационная система представляет собой особый вид информационной системы, ориентированной на сбор, обработку, накопление, хранение, анализ, представление и распространение пространственно-временной координированной информации – геоинформации. Она является составной частью общей информационной индустрии и призвана обеспечить информационные потребности экономики и общества в геоинформации о территории, в первую очередь четыре главные группы потребителей: органы власти и местного самоуправления, отрасли экономики, отдельные хозяйствующие субъекты и население.

Главным предназначением территориальной ГИС является обеспечение процессов выработки оптимальных пространственных решений на основе использования актуальной, достоверной и комплексной геоинформации и методов геоинформационной обработки данных.

Обобщенная цель создания территориальной ГИС состоит в формировании механизма геоинформационного обеспечения функционирующих на территории систем жизнеобеспечения и социально-экономического развития региона.

Во временном аспекте эта цель подразделяется на три основные подцели:

- Краткосрочная цель – интегрирование и комплексирование разнородной и разной по тематической направленности геоинформации в единое геоинформационное пространство;
- Среднесрочная цель – обеспечение основных групп потребителей актуальной, достоверной и комплексной геоинформацией для оценки состояния территории, сложившейся обстановки и принятия пространственных решений;
- Долгосрочная цель – внедрение геоинформационных методов моделирования, анализа и прогнозирования непосредственно в процессы выработки пространственных решений с целью их оптимизации, повышения

оперативности и обоснованности, более рационального использования имеющихся ресурсов.

При этом, исходя из различия интересов каждой из вышеуказанных четырех основных групп потребителей геоинформации, для достижения поставленных целей создаваемая ГИС должна обеспечить решение следующих основных задач:

1. Для органов власти и местного самоуправления:

- Формирование эффективных экономических механизмов социально-экономического (в том числе устойчивого) развития территории;

- Осуществление региональной экономической политики (в том числе в части формирования и исполнения бюджета, всех видов кадастра, имущественных отношений и инвестиционных процессов, проведения денежно-кредитной и валютной политики, налоговой политики, политики по отношению к различным внебюджетным фондам и финансовым институтам)

- Создание условий для развития материального производства и производственной инфраструктуры всех форм собственности и отраслевой принадлежности;

- Создание условий для роста жизненного уровня населения;

- Создание условий для развития культуры и духовной сферы, роста научно-технического потенциала области;

- Создание условий для воспроизводства населения, сохранения жизни и здоровья жителей области.

2. Для отраслей экономики:

- Создание и ведение кадастров или реестров отраслевой собственности на территории;

- Осуществление эффективной отраслевой деятельности на территории, связанной с использованием окружающего пространства;

- Создание и ведение систем мониторинга деятельности структурных подразделений отрасли на территории;

- Анализ состояния и выработка пространственных решений, направленных на развитие отраслевой деятельности.

3. Для отдельных хозяйствующих субъектов:

- Учет недвижимости субъектов, находящейся в собственности или аренде;

- Оптимизация производственной деятельности, связанной с использованием окружающего пространства (в том числе навигационных процессов);

- Анализ состояния и выработка пространственных решений по развитию производственной деятельности предприятия на территории.

4. Для населения:

- Получение справочной, познавательной, обучающей информации о территории;

- Осуществление навигации по территории, в том числе выработка оптимальных маршрутов движения;

– Планирование досуга, связанного с использованием окружающего пространства (в том числе туризма, охоты, рыбалки, сбора грибов, ягод, другого растительного сырья).

Из результатов анализа состояния и перспектив территориальной геоинформационной деятельности в России, можно сформулировать ряд положений, характеризующих условия создания и функционирования территориальной ГИС на современном этапе.

1. Высокий уровень значимости и преобладание пространственно-координированных данных в информационных потоках органов государственной власти и местного самоуправления обуславливают серьёзную заинтересованность в геоинформационной системе со стороны управленческих структур всех уровней, а также отраслей экономики и отдельных хозяйствующих субъектов.

2. Все более остро проявляется необходимость комплексного пространственно-временного подхода к сбору, накоплению, хранению, обновлению, обработке и представлению пространственных данных для поддержки принятия обоснованных пространственных (в первую очередь управленческих) решений.

3. Циркулирующая геоинформация характеризуется непрерывным ростом объемов, многоаспектностью, разнотипностью, неранжированностью по важности, точности, актуальности и т. п. и, как следствие этого, невозможностью ее переработки и использования традиционными способами.

4. Требуют серьезного повышения эффективность применяемых методы и технологии обработки данных, рационального и адресного использования региональных информационных ресурсов для обеспечения деятельности всех основных групп потребителей.

5. В ряде отраслей и органов регионального управления, в отдельных хозяйствующих субъектах созданы и функционируют узкоспециализированные ГИС или отдельные ГИС-технологии различного назначения, совершенно не связанные между собой.

6. Практически отсутствует координация между различными информационными программами и проектами и, соответственно, базы данных, создаваемые в рамках одной программы или проекта, могут дублироваться или перекрываться.

7. Имеет место ограничение доступа к существенному ряду региональных и местных тематических баз данных в силу их ведомственной (или хозяйственной) принадлежности, ненадёжности и дороговизне телекоммуникационного доступа к удалённым базам данных, что часто также приводит к недоступности в поисковом режиме баз данных с необходимой информацией.

8. Вследствие выраженной отечественной специфики отсутствия национальных стандартов и форматов передачи и хранения пространственных данных также характерна проблема недостаточной координации процесса накопления государственных и региональных геоинформационных ресурсов.

9. Исходя из естественных ограничений финансовых ресурсов на реализацию ГИС, необходимым условием создания системы является поэтапная разработка и ввод в действие локальных блоков (очередей) с осуществлением принципа самоокупаемости ГИС за счет более рационального использования средств и оплаты информационных услуг в объеме уже действующих блоков системы.

Создание территориальной ГИС требует системной организации и координации работ по следующим направлениям:

- Обоснование состава, содержания, структуры единого геоинформационного пространства, схемы его реализации в виде сети распределенных баз данных и телекоммуникаций;
- Создание геоинформационных моделей и карт территории, включающие природные и техногенные объекты, процессы, явления и события, их координатную составляющую и тематические (предметно-ориентированные) характеристики;
- Обеспечение основных функций и процессов при создании и эксплуатации ГИС;
- Принятие стандартов на геоинформацию, обеспечивающих минимальные затраты при объединении геоинформации в единое геоинформационное пространство, а также при интеграции региональной геоинформации в государственные информационные фонды;
- Создание правового обеспечения геоинформационной среды, создания и функционирования ГИС;
- Обеспечение защиты конфиденциальности информации и предотвращение ее несанкционированного использования;
- Обеспечение информационной безопасности за счет ответственности юридических и физических лиц за достоверность и качество поставляемой геоинформации;
- Выбор базового программного обеспечения, ГИС-оболочки, ГИС-приложений, ГИС-технологии;
- Применение способов организации и координации коллективной работы в сфере создания и использования ГИС на базе единого геоинформационного пространства и информационно-коммуникационных возможностей сетевой ГИС;
- Финансовое обеспечение работ по созданию ГИС, в том числе планомерная инвестиционная деятельность в части сбора, актуализации и ведения единого геоинформационного пространства;
- Формирование системы обучения обслуживающего персонала и пользователей ГИС.

Для создания территориальных ГИС в современных условиях необходима организация интеллектуальных, финансовых и производственных ресурсов. Размеры этих ресурсов при их рациональном использовании мало зависят от

вариантов создания ГИС, а организация ресурсов в основном определяется этими вариантами.

Граничными вариантами реализации ГИС являются:

- Создание ГИС на основе программно-целевого подхода с финансированием из средств территориального бюджета (вариант ГИС как оргтехнического средства органов власти и местного самоуправления);

- Создание ГИС как элемента территориальной информационной инфраструктуры при инвестиционном подходе к организации финансовых ресурсов, учитывающем заинтересованность всего общества в открытой информационной среде. В этом варианте для финансирования из средств территориального бюджета в пределе могут остаться лишь затраты на системообразующую основу ГИС (систему базовых пространственных данных, моделей и карт) и поддержку функционирования ГИС непосредственно в территориальной администрации.

Приоритеты при реализации проекта создания территориальной ГИС задаются следующими принципами:

- Первоочередными являются задачи, обеспечивающие целостность ГИС при разработке ее отдельных направлений (согласованность концептуальных положений, методов работы, технических решений, стандартов и др.);

- Приоритет функциям и задачам, направленным на обеспечение деятельности органов власти и местного самоуправления;

- Приоритет направлениям и задачам, дающим максимальную относительную отдачу на шаге своей реализации за счет обеспечения интересов максимального количества пользователей.

Основным способом реализации проекта в силу его объемности и комплексности является открытая ядерно-сетевая организация участников с содержательной координацией в процессе выполнения за счет коммуникации. Способ предполагает возможности подключения к разработке любых коллективов и лиц на любом этапе работ. В качестве ядерных элементов должны выступать наиболее значимые в сфере геоинформационной деятельности творческие и производственные коллективы, обладающие необходимым научно-производственным потенциалом или владеющие специализированными геоинформационными фондами.

Важным моментом создания территориальной ГИС является обоснование ее эффективности. Отсутствие организации информационных потоков и информационного пространства (а иногда и отсутствие самих потоков и пространства как таковых) создает определенные трудности органам государственной власти, местного самоуправления, отраслям и хозяйствующим субъектам в построении и эксплуатации систем жизнеобеспечения общества и развития территории. (Примеры: наполняемость бюджета, подготовка к зимнему отопительному сезону, последствия паводков, землетрясений, электро- и газоснабжение, работа транспорта, сев и уборка урожая, производство продукции, обеспечение ГСМ и т. д.). Следствия: снижение жизненного уровня

населения, социальная напряженность, рост теневых структур и ухудшение криминогенной обстановки и т. д.

Решение этих проблем путем формирования необходимого информационного обеспечения территории на единой связующей пространственной основе и обеспечивает эффект от создания ГИС.

С другой стороны, актуализация создания и эффективность территориальной ГИС задаются необходимостью коммуникации с государственными структурами и информационными фондами, зарубежными и отечественными партнерами, возможными местными и сторонними инвесторами, так как отсутствие такой системы нарушает целостность региона. Власть и органы управления теряют "имидж", т. е. целостность и в форме восприятия структуры территории предполагаемым партнером, и в форме согласованности их функционирования, и в форме эффективной соорганизации своей деятельности. Отсюда ощущение инвестиционного риска, на который не идут местные, сторонние и зарубежные партнеры (а не только из-за отсутствия правовых гарантий).

Таким образом, предполагаемый эффект от территориальной ГИС имеет следующие стороны:

- Соорганизованность инфраструктур (увязка всех видов кадастра, форм собственности, систем электро-, газо, тепло-, водоснабжения и канализации, и т.п. Приведет к снятию части затрат из-за непредвиденных неполадок и аварий);
- Оптимизация принимаемых пространственных решений по размещению производительных сил, использованию природных и производственных ресурсов, сохранению окружающей среды и др.;
- Более полный учет пользователей, полная и достоверная оценка стоимости земель и недвижимости и соответственно более полное и обоснованное налогообложение;
- Оперативное реагирование на чрезвычайные и другие кризисные ситуации, эпидемиологическую обстановку, процессы хозяйственной деятельности;
- Четкое регулирование процессов функционирования государственных органов, органов местного самоуправления, отраслей экономики;
- Включение в российскую и международную системы транснациональных информационных коммуникаций;
- Потенциал к привлечению иностранных и отечественных инвесторов.

Кроме этого, эффективность можно получить за счет организации коммерческого подхода к предоставлению информации как физическим, так и юридическим лицам.

© Д.В. Лисицкий, 2006

ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Устойчивое развитие можно кратко определить как способность системы «природа – человеческое общество» сохранять, восстанавливать и улучшать свой жизненный и ресурсный потенциал в условиях неблагоприятных антропогенных и природных воздействий на геосферы Земли. Термин «устойчивое развитие» введен в 1987 г. Всемирной комиссией ООН по окружающей среде и развитию, а в 1992 г. конференция ООН в Рио-де-Жанейро определила центральные проблемы устойчивого развития и наметила главные пути их решения. В 1996 г. Президентом Российской Федерации утверждена Концепция устойчивого развития России, в которой путь к его обеспечению рассматривается как сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды, природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколения людей.

Устойчивое развитие является комплексной планетарной и космической проблемой. Оно проявляется на Земле в нравственно-политической, социально-экономической, технологической, экологической и других формах. В последние десятилетия учеными и передовой общественностью мира осознана чрезвычайно важная проблема устойчивого развития, ведется активный научный поиск и практическая разработка междисциплинарных путей её решения. Планетарность проблемы, многообразие причин и признаков нарушения устойчивого развития обуславливают широкий круг решений, их неоднозначность, а иногда и противоречивость. Расширяются версии концепции устойчивого развития, которые в данное время типизированы в виде шести подходов: экотехнологического, неоконсервативного, экоутопического, неопантеистического, экопрагматического, эвристического. Главной целью всех подходов является экологизация жизни человеческого общества, регулирование его взаимодействия с природной средой для снижения уровня неблагоприятных последствий.

В историческом смысле разработка проблемы устойчивого развития находится на начальном этапе, где преимущественное внимание уделяется экологической составляющей и меньше – социально-экономической, технологической, не говоря уже нравственно-политической. Из трех основных частей геоэкологического мониторинга: наблюдений, оценки состояния контролируемых объектов и прогнозирования – необходимую реализацию получили только две первые. Прогнозирование же дальнейшего изменения признаков и параметров устойчивого развития пока слабо обеспечено теоретическими и практическими решениями, хотя прогнозные оценки должны определять выбор превентивных методов и средств для предотвращения или ослабления влияния неблагоприятных экологических последствий.

По нашему мнению, одним из главных путей, интегрирующих в общую систему большинство разнообразных количественных и качественных признаков и параметров устойчивого развития, является информационное пространственно-временное обеспечение всего комплекса устойчивого развития, осуществляемое на территориальной основе всех уровней иерархии. При этом территориальные образования могут ограничиваться по ландшафтными признаками геосистем, по территориальной организации человеческого общества, по отраслевым, производственно-технологическим классификациям. На первом месте могут стоять территории природно-технических систем, рассматриваемых в геоэкологии в качестве основных объектов исследований. Анализ и синтез исследований на территориальных уровнях служат в значительной мере исходной основой для выявления и обобщения глобальных закономерностей.

Особую роль в решении проблемы устойчивого развития играет современная геодезия, поскольку только её методами осуществляется точный и высокоточный метрический контроль в абсолютной и относительной системах координат за большинством пространственно-временных изменений, характеризующих устойчивое развитие. Современная геодезия в широком понимании представляет единую систему взаимоувязанных и согласованных по точности методов, средств и технологий, предназначенных для определения формы, размеров и гравитационных полей Земли, для производства разномасштабных топографических съемок, аэрокосмического зондирования и картографического изображения ее поверхности, для решения оборонных, экологических и разнообразных инженерных задач. В настоящее время геодезическое обеспечение территорий приобрело форму информационного обеспечения геопространства [1]. Значимость геодезического информационного обеспечения территорий подчеркиваемая созданием при ООН Объединенной комиссии, главной задачей, которой является координация деятельности международных организаций, занимающихся технологиями формирования и стандартизации инфраструктуры геопространственных данных.

Территориальное пространство, представленное в виде комплексной геодезической информации, позволяет в эквивалентной форме отражать, сопоставлять и критериально оценивать через метрические характеристики многообразные показатели устойчивого развития. Эта информация служит основной для математического моделирования контролируемых пространственных временных процессов, в результате которого получают научно-обоснованные прогнозные оценки будущего состояния исследуемых объектов и параметров устойчивого развития.

Исследование и регулирование устойчивого развития Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) является чрезвычайно важной и актуальной проблемой. На его территории за сравнительно короткий срок создан гигантский нефтегазодобывающий комплекс, что обеспечило, с одной стороны, особо благоприятные социально-экономические условия развития округа, а с другой, обрушило на хрупкую девственную природу мощный вал неблагоприятного антропогенного воздействия. По существу территория ХМАО

представляет собой уникальный объект, на котором необходимо обеспечить устойчивое развитие и одновременно можно разработать методологические и теоретические основы, методику сохранения устойчивого развития на региональном уровне.

В настоящее время под руководством Правительства ХМАО и его Управления по охране окружающей природной среды организуется и выполняется большая работа рядом административных структур, научных и производственных центров, вузов, направленная на обеспечение устойчивого развития территории, особенно в части различных сторон экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов. Важную роль в этой работе играет Научно-производственный центр комплексного мониторинга окружающей среды и кадастра природных ресурсов, регулярно обобщающий результаты деятельности различных организаций в информационных бюллетенях о состоянии окружающей природной среды ХМАО [2 и др.].

На наш взгляд, дальнейшая эффективная разработка проблемы устойчивого развития ХМАО должна опираться на полное устранение информационной межведомственной разобщенности всех работ, выполняемых в этом направлении, на усиление фундаментальной научной составляющей, прежде всего в части оптимизации комплексных натурных наблюдений, анализа и интерпретации их результатов, выявления общих закономерностей и прогнозирования. Особого внимания заслуживают решения задач экономического и технологического регулирования в целях обеспечения устойчивого развития. В основе реализации предлагаемого подхода должно лежать информационное обеспечение устойчивого развития, базирующееся на комплексной геодезической информации о территориальном пространстве ХМАО. В силу этого считаем целесообразным осуществлять концентрацию и научную обработку информации в Югорском государственном университете (ЮГУ), а высококвалифицированное геодезическое обеспечение устойчивого развития выполнять силами Сибирской государственной геодезической академии (СГГА) и сопровождать его на современном научно-техническом уровне при производстве работ местными организациями.

ЮГУ может использовать для выполнения указанных работ факультеты: природопользования, информатики и прикладной математики с входящим в него НИИ информационных технологии, инженерный. СГГА обладает большим научно-производственным опытом во всех областях выполнения геодезических работ в широком смысле и представления геоинформационного пространства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик, А.П. Структурно-функциональная модель геодезической пространственной информационной системы [Текст] / А.П. Карпик // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 6.
2. О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 2002 году / Информационный бюллетень. – Ханты-Мансийск: НПЦ Мониторинг, 2003.

УДК 528.721.28

Ivo MILEV, Lothar GRUENDIG

Germany, 2006

FEATURE LINE EXTRACTION IN LASER SCANNING DATA

1 INTRODUCTION

For the most engineering problems using the laser scan method for the data acquisition the main objective is then measuring and analyzing the dense discrete point data to derive the 3D models. Typically the measured data are large point clouds up to millions of points in the case of laser scanners with varying densities.

One class of reverse engineering methods is based on the segmentation of the point cloud into polygonal regions to fit an individual surface to each region. To avoid undesired smooth surfaces in regions with edges, edges of the scanned part (together with additional boundaries) should form the boundaries of each polygonal region.

Since in current program systems this segmentation has to be done manually, the subject of the paper are methods for the automated extraction of feature lines - strips end lines, real and theoretical edges. To be independent from special 3D scanners, no order information of the point cloud will be considered - the point cloud will be regarded as totally unsorted scattered data.

2 CLASSIFICATION OF FEATURE LINES

The different types of feature lines for engineering applications are:

- Step Edges: They appear due to scanner insufficiencies. Optical scanners only can measure, what can be seen from outside the part. In the case of holes and channels, normally only a few points at the beginning of these geometrical features can be recorded and step edges appear.

- Fold Edges: They are characterized by discontinuities in the first derivative across the edge and will be generated with separate surface patches in CAD modeling.

- Smooth Edges: By modeling of parts fold edges do not appear as often as commonly expected. Especially in the case of design surfaces, edges will be often modeled as smooth edges and the surface and edge modeling will be done with strip surfaces with a small radius of each strip. The smooth edge itself will be represented by four entities then: Two strips end lines, the edge line on the part and additionally a theoretical edge line "above" the part.

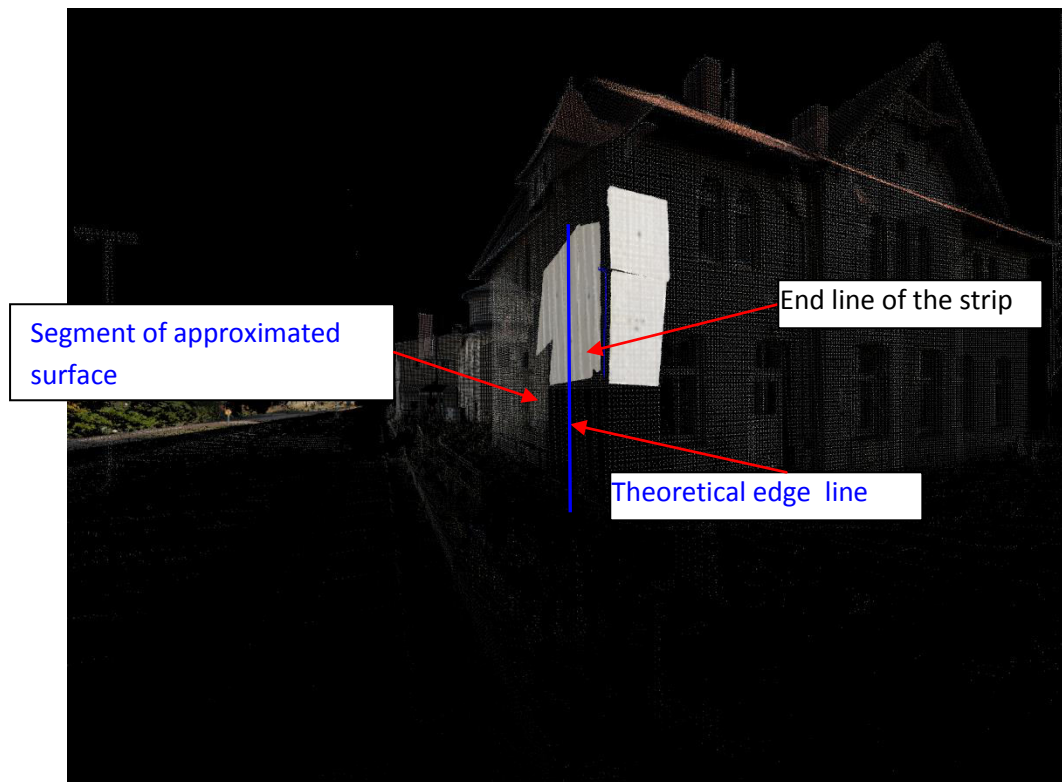


Figure 1: Feature lines for adjacent approximated surfaces

3 DATA PROCESSING

Two methods for the feature lines extraction:

- Automatic extraction of sharp edges based on robust curvature analysis of the whole point cloud. This is the high end solution and needs very powerful hardware.
- Interactive extraction of sharp edges and/or smooth edges (semi-automatic method).
- In the latter case strip end lines, the edge on the part and the theoretical edge line can be computed (see figure 1). The user will be requested to mark a region on the point cloud, where the algorithm will extract the feature lines. Here, the benefit of user interactions will be, that with a pre-segmentation of the point cloud the feature extraction can be done in real-time. Besides, the raw location of feature lines can mostly be seen by the user in the visualization of the point cloud. Optimized user interactions through rough marking of the edge to be detected, allow accurate detection of the strip end lines, the edge on the part and the theoretical edge, even if the accuracy of the cloud would be rather poor (noisy clouds).

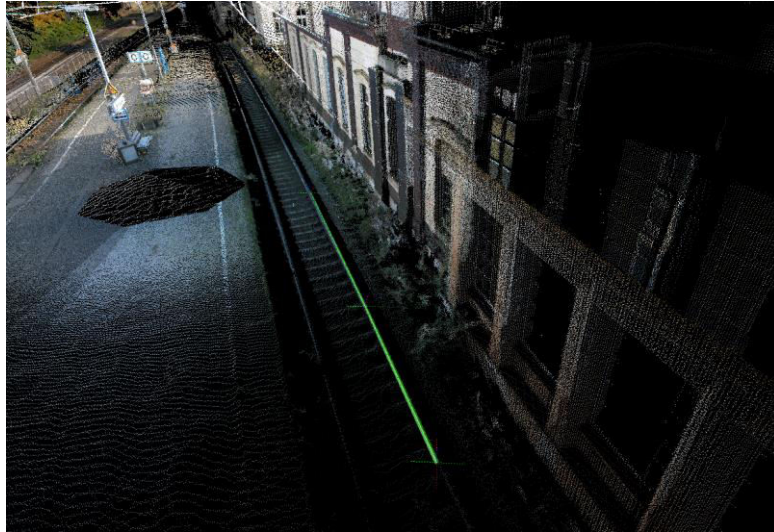


Figure 2: Semiautomatic selection of feature lines

3.1 Computation of Point Curvature Values

Once the neighbors of each point p_i of the point cloud within the search radius R have been determined, best fit planes E_i in each point depending only on the neighbors of p_i can be computed.

With Taylor's theorem, the best fit plane E_i can be interpreted as being a local approximation of the surface near the point p_i . The normal vector of the plane E_i can then be interpreted as an approximation of the normal surface vector of the measured part. Fitting planes to point data is a well-known problem and is normally solved using least-squares methods (Rietdorf 2004). These methods are used here but are not explained in any detail. Once the normal vectors n_j for the relevant points within the search radius R have been computed, point curvature values will be determined by applying a formula which gives an approximation of the average curvature of the surface of the part (Fig. 3). To apply this strategy, the orientation of the normal vectors of the neighbored points must be homogenous. This must be ascertained first, because the calculation of point normal vectors with the best fit planes E_i does not automatically result in a homogenous orientation of the normal vectors.

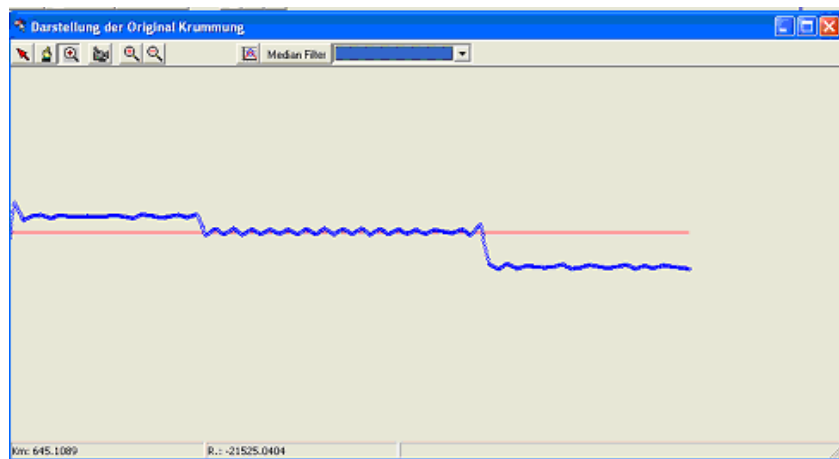


Figure 3: Curvature values to obtain the criterion for the location of strip end points

3.2 Construction of Strip Surfaces based on Feature Lines

Regarding the presented conventional workflow, the need for an automation of the described steps is evident. The method described below is intended to be as automated as possible with special attention for producing results of high quality in means of accuracy to the measured point cloud and smoothness of the resulting feature lines.

The method computes the following vector elements:

- Two strip end lines in NURBS representation for each region, where a strip should be recomputed (Milev 2004);
- A theoretical edge line (NURBS representation), which specifies the position of the intersection curve of the extended surfaces, adjacent to the strip to construct. Of course the input for the method consists of the measured point cloud only; the adjacent surfaces to the strip need not to be generated before;
- An edge line on the part (NURBS representation). This line normally would not be needed for the construction of the strips. The edge line on the part can be used, if not a strip, but a sharp edge should be modeled, especially in the case of strip with very small radii.

Figure 4 shows each of the feature lines to be extracted.

After the strip end lines and the theoretical edge line were computed, two or more adjacent surfaces can be constructed using the theoretical edge line as a common boundary. Analogously the computation of the segment strips can be done using the two strip end lines as boundaries with existing strip generation and calculation tool. It's also possible, to use existing functions to compute normal blending surfaces instead of a special strip generator then, since the boundaries of the blending surfaces are determined by the strip end lines. Another possibility will be to use constrained surface fitting algorithms; then the segmented points will be fitted and the strip end lines can be considered as the constraints.

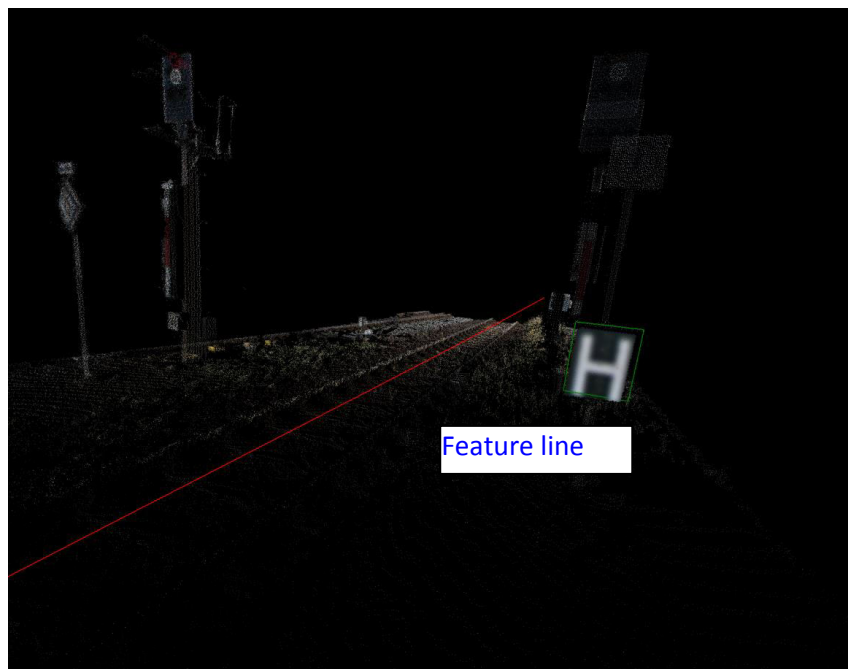


Figure4: Semi automated extracted feature line on the surface

4. SURFACE PARAMETRIZATION

Interpolation of data, which might have been gathered by measurements of a physical quantity, or by sampling a function at scattered or periodic points of several variables, is a problem that occurs in many areas of science and engineering. Laser scanner, for example, measure the surface of a engineering object and these data are then used to construct a contour map of a region on this object with the same curvature. Especially in cases where the data are sampled by measurements, they are scattered, which means that the positions of the data points do not obey any regular pattern. Generally, a discrete set $X = \{X_1, \dots, X_n\}$ of points in d -dimensional space $\mathbb{R}^d$ and real valued data f_i , $i = 1, \dots, n$, are given, and the task is to construct a continuous or sufficiently differentiable function $s^* : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$ that satisfies the interpolation equations:

$$s^*(x_i) = f_i ; \quad i = 1, \dots, n$$

Automated Multiple Spline Fitting for Curvature Analysis of Cross Section Points

Especially for automated multiple spline fitting, a well-known problem arises: On the one hand, the resulting spline curve should be accurate respectively to the cross section points, means the distances of the points to the fit curve need to be checked and should be rather small. On the other hand, if the resulting spline curve would follow the cross section points too closely, oscillations appear in the spline curve, if the scan data would be noisy (and it always is). The amount of oscillations of the spline curve normally will increase (fig. 5), if the distance to the points should decrease, but oscillating spline curves can be used for curvature analysis only with great difficulties. There is no real solution out of this classical reverse engineering paradox, but it can be (approximately) solved as good as possible.

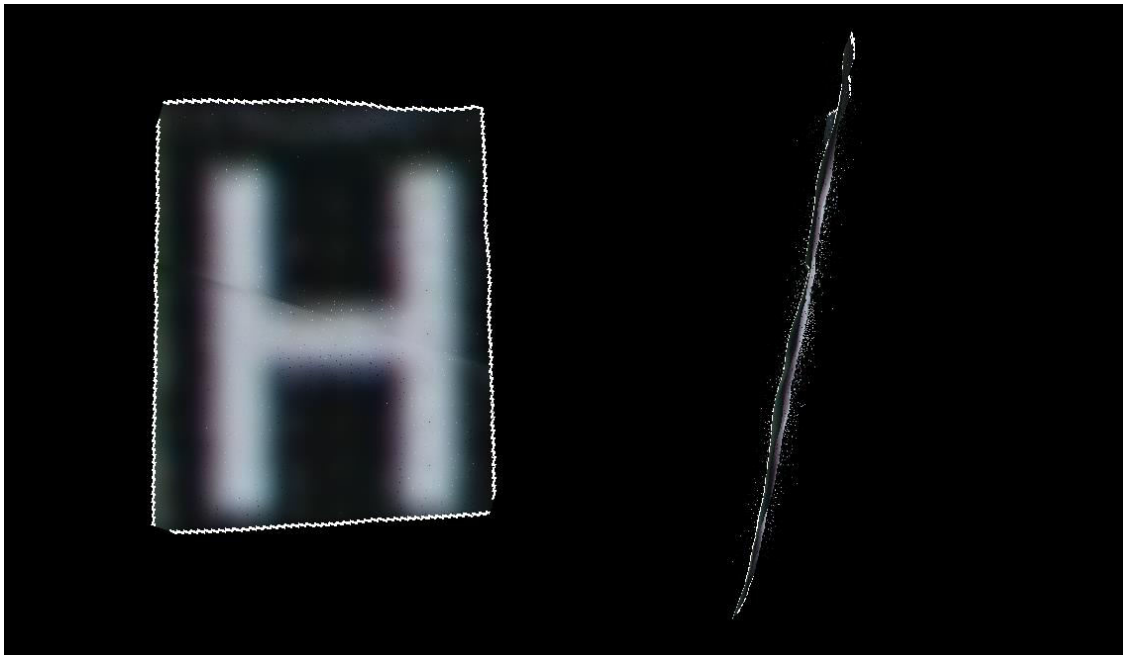


Figure 5: Approximation of free-form surfaces via NURBS

5. LiDAR SENSORS AND FEATURE LINES

In order to ascertain accurate range and slant data, each discrete laser pulse and its corresponding reflection must be located in space and time from the point of origin (emission) to the point of detection (reflection from target). To do this, it is essential to have accurate position information on the aircraft's trajectory, which is provided by the GPS subsystem. To achieve sub-meter accuracy, information on the in-flight position of the aircraft (specifically the position and orientation of the lidar sensor) must also be accurate. Therefore, all dynamic changes in the aircraft's heading, pitch and roll must be measured and logged. This information is provided by a Position and Orientation System. To complicate matters, all three data streams—lidar, GPS and POS—dense as they are, must be synchronized to a universal time stamp that places all data events along one unifying timeline. Without temporal synchronization, all relative position, range and intensity data are useless for the purpose of measuring distances.

Airborne models are commonly generated from LIDAR scans by detecting features such as planar surfaces in the DSM or matching a predefined set of possible rooftop and building shapes. (fig. 6) In other words, they decompose the buildings found in the DSM into polygonal 3D primitives. While the advantage of these model-based approaches is their robust reconstruction of geometry in spite of erroneous scan points and low sample density, they are highly dependent on the shape assumptions that are made. In particular, the results are poor if many non-conventional buildings are present or if buildings are surrounded by trees.

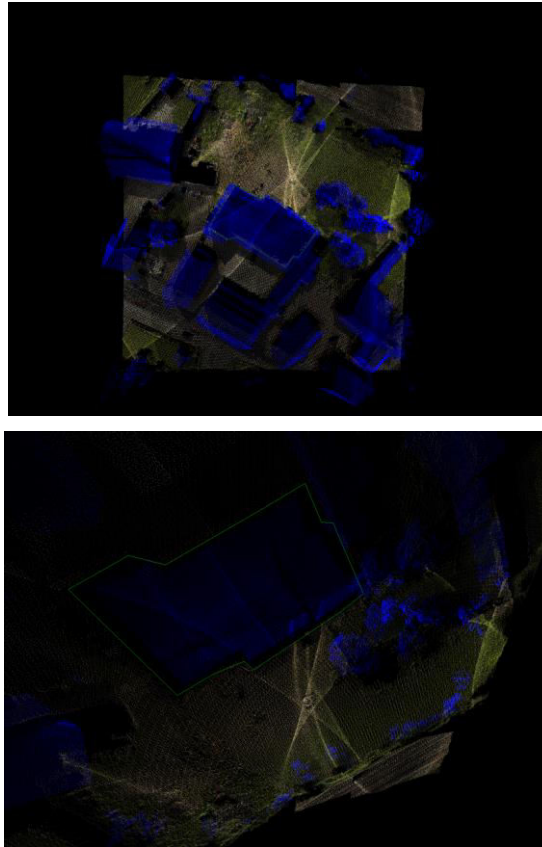


Figure 6 : Semi automated extracted feature lines rooftop and building shapes

6. CONCLUSIONS

Automatic feature line detection is an important tool for engineering applications. With the described algorithms the workflow for computing of strip surfaces in 3D scanner data will be automated. The method can handle even dense huge point clouds in real time. It can be expected to halve the operating time for engineering jobs in the case of multiple strips to be constructed.

References

1. Milev, I., „Neue Methoden zur automatischen Parametrisierung von Laserscannerdaten“, Proceedings, Internationale Geodätische Woche 2005, Obergurgl, Ötztal/Tirol, Februar 2005.
2. Knorpp, R.: Formleitlinien fuer die Flaechenrueckfuehrung – Extraktion von Kanten und Radiusauslaufnlinien aus unstrukturierten 3D-Messpunktmengen. Springer, Stuttgart 1998.
3. Rietdorf, A., Gielsdorf, F. and Gruendig, L.(2004): A Concept for the Calibration of Terrestrial Laser Scanners. In: Proceedings FIG Working Week 2004, Athens, Greece, May 22-27.

© Ivo Milev, Lothar Gruendig, 2006

УДК 528.48

Е.М. Медведев, С.Р. Мельников

«Геолидар», Москва

В.А. Середович

СГГА, Новосибирск

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗДУШНОГО И НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В РОССИИ

Важнейшими задачами сбора пространственных данных в современной геоинформатике являются создание:

- Цифровых карт и планов линейных и площадных объектов всего масштабного ряда;
- Высокоточных цифровых трехмерных моделей сложных инженерных объектов, зданий и сооружений;
- Высокоточных цифровых ортофотопланов высокого разрешения;
- Трехмерных цифровых моделей местности и рельефа;
- Кадастровых планов и землеустроительной документации;
- Цифровых карт и трехмерных моделей рельефа дна в шельфовой зоне и внутренних водоемах и т. п.

Основными объектами съемки на сегодня являются:

- Нефтегазоконденсатные месторождения.
- Магистральные трубопроводы.
- Линии электропередач.
- Автомобильные и железные дороги (существующие и проектируемые).

- Горнообогатительные комбинаты.
- Города и другие населенные пункты.
- Инженерные объекты, здания и сооружения.
- Объекты в горной местности.

На сегодняшний день – быстрое и качественное выполнение указанных выше работ невозможно без использования технологий и оборудования воздушного и наземного лазерного сканирования.

Принципы работы воздушного лазерного сканера рассмотрим на примере приборов класса ALTM, выпускаемых канадской компанией Optech Inc.

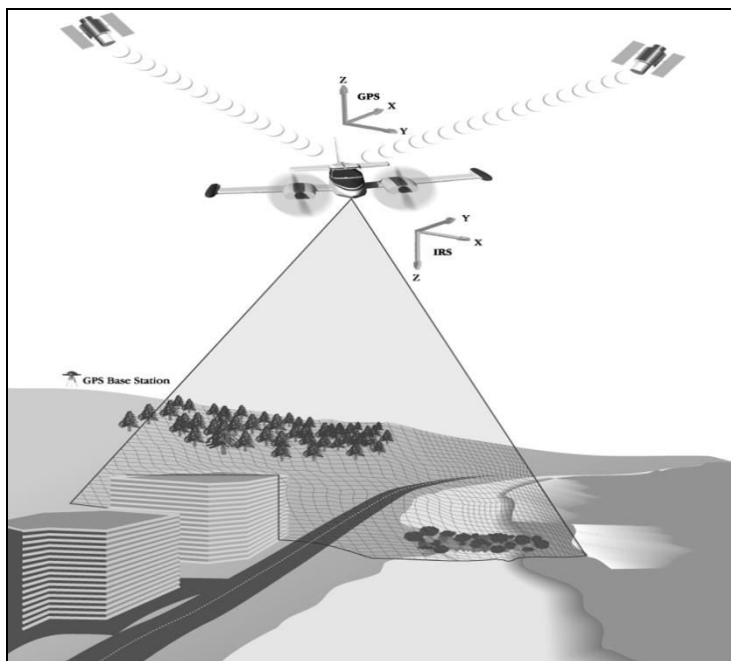


Рис. 1. Принцип работы воздушного лазерного сканера

В качестве излучателя используется полупроводниковый лазер, как правило, ближнего инфракрасного диапазона, работающий в импульсном режиме. Для каждого излученного импульса регистрируется время, затраченное на распространение от источника до объекта, вызвавшего отражение, и обратно к приемнику. С учетом постоянства скорости и прямолинейности распространения электромагнитных колебаний в атмосфере, измеренной значение временного интервала позволяет определить расстояние (в терминах лазерной локации «наклонную дальность») от источника излучения до объекта. Кроме значения наклонной дальности D для каждого излученного импульса регистрируется текущее значение угла α отклонения сканирующего элемента (зеркала, призмы, оптического клина). Величина этого угла позволяет однозначно определить направление распространения зондирующего импульса («линию визирования») в системе координат лидара, которая «жестко» связана со строительными осями сканерного блока лидара.

В свою очередь положение и ориентация системы координат лидара в геодезической (или географической) системе координат определяются

благодаря присутствию на борту в составе лидара навигационного комплекса, который обеспечивает непрерывное определение трех пространственных координат положения сканерного блока X , Y , Z и трех углов его ориентации ω , ϕ , κ . Такой набор шести параметров пространственного положения и угловой ориентации в фотограмметрии называется элементами внешнего ориентирования. Принцип работы бортового навигационного комплекса основан на совместной оптимальной обработке данных приемника спутниковой системы GPS и инерциальной системы.

В зависимости от типа лидара могут фиксироваться более одного (до четырех) отражений от наземных объектов для каждой линии визирования. Т. е. если на пути распространения лазерного луча он сталкивается с неполным препятствием, то часть энергии импульса отражается, а другая распространяется дальше вдоль линии визирования. Такая возможность способствует получению более информативных лазерно-локационных данных, так как для одного излученного импульса имеем несколько вернувшихся. Так, даже один импульс может принести множественные отклики сразу от нескольких значимых компонентов сцены: первые отклики будут получены за счет отражений от листвы растительности, проводов и опор ЛЭП, кромок зданий, а последний отклик, как правило, соответствует поверхности земли или другой сплошной поверхности, являющейся абсолютным препятствием на пути распространения лазерного импульса. Кроме поверхности земли примером такого «абсолютного» препятствия может выступать крыша здания.

Из представленного краткого описания видно, что функциональная схема лазерного сканера в его нынешней форме не содержит никаких принципиально новых компонентов. В этом смысле, с некоторыми упрощениями такой прибор можно было бы определить как «сканирующий лазерный дальномер с навигационным обеспечением». Все основные структурные компоненты, составляющие лидар, такие как сканерный блок, GPS, инерциальная система всесторонне изучены и уже много лет активно эксплуатируются. Поэтому, говоря о концепции современного лидара, используемого для топографических целей, следует заявить, что принципиально новое качество данных, поставляемых таким прибором появляется именно благодаря объединению всех упомянутых компонентов в единое целое. Это не могло случиться ранее начала 90-х годов 20-го века, ведь только к этому моменту использование GPS и лазерных дальномеров прочно утвердилось в аэросъемочной практике, инерциальные системы стали активно применяться для непосредственного определения элементов внешнего ориентирования, а по показателям точности все составляющие лидар источники геопространственных данных достигли взаимосогласованного уровня.

Именно с этого момента появилась возможность утверждать, что лазерная локация не только средство «дистанционного зондирования», но в большей степени «фотограмметрическое средство». Последнее предполагает наличие некоторых гарантий точности геопривязки данных съемки и пространственных измерений по таким данным. С появлением первых лидаров такие гарантии точности были представлены производителями и выражались в том, что

специфицируемая точность лазерно-локационных данных составляла 15-20 см в абсолютных геодезических координатах.

Таблица. Показатели точности основных структурных компонентов типового воздушного лидара к началу 90-х годов 20-го века

Определяемый параметр	Источник	Точность
Пространственные координаты носителя	GPS	8-10 см
Наклонная дальность	Лазерный дальномер	10-15 см
Ориентация носителя	Инерциальная система	1-2 мрад (ошибка позиционирования 15-30 см при высоте съемки 300 м)

В настоящее время различают два основных вида лазерно-локационных данных и соответственно два основных вида лазерно-локационных изображений:

1. В дальномерной форме.
2. В форме интенсивности отраженного импульса.

Представленное деление в равной степени применимо как к воздушным так и к наземным лазерно-локационным данным.

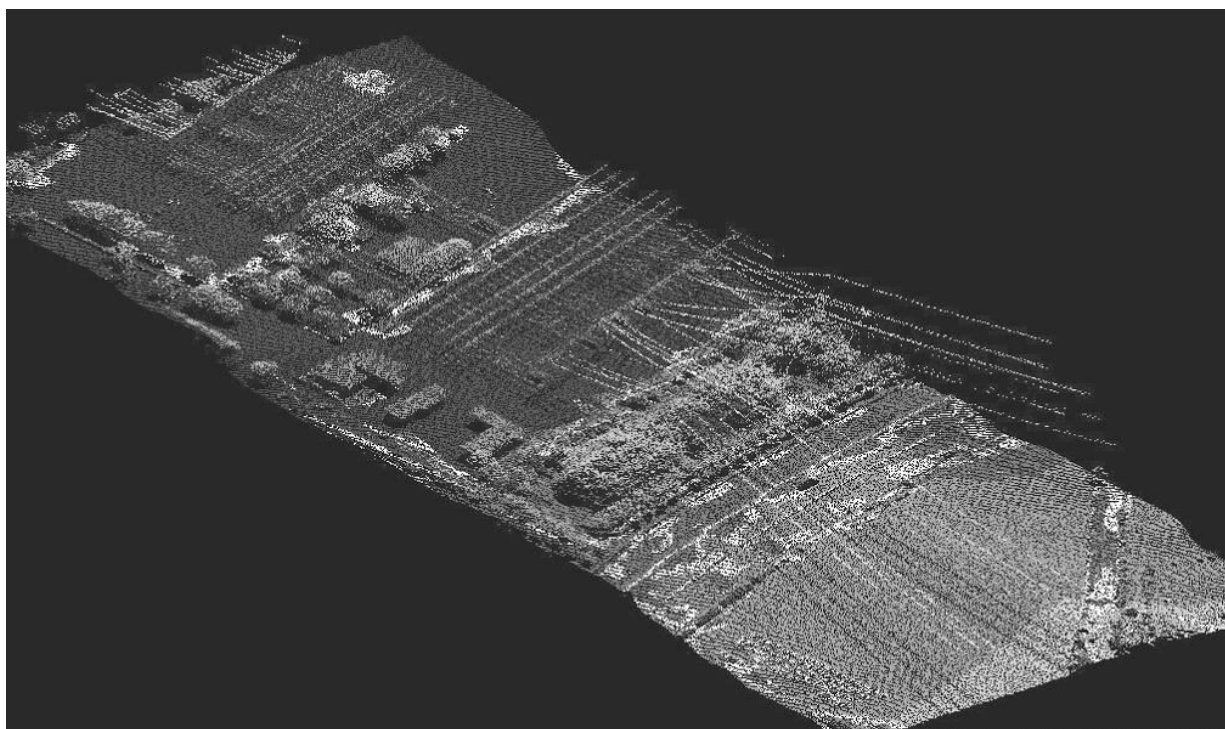


Рис. 2. Типовое лазерно-локационное изображение в дальномерной форме

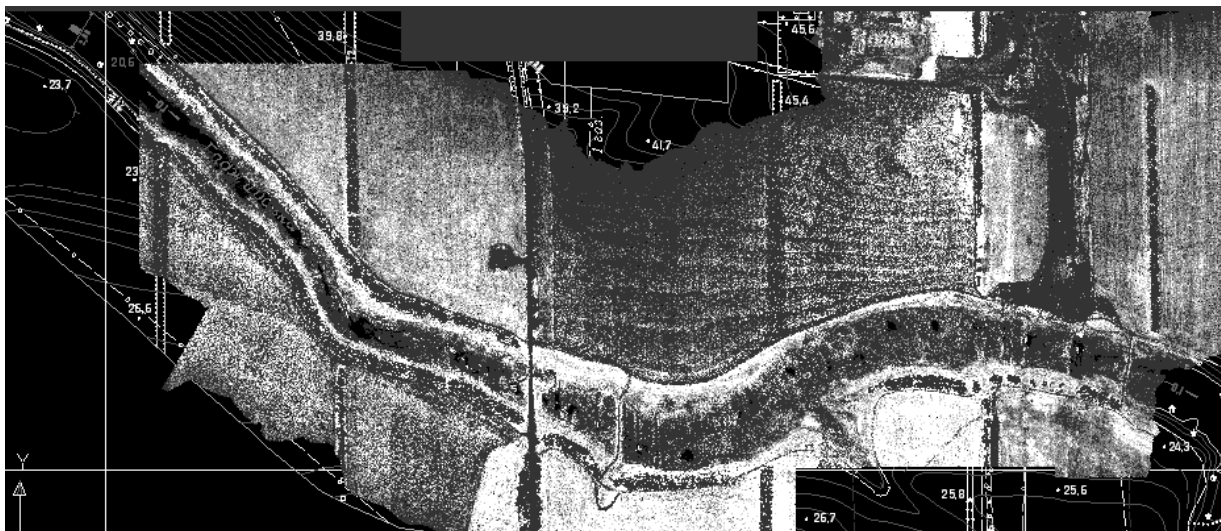


Рис. 3. Типовое лазерно-локационное изображение в форме интенсивности



Рис. 4. Типовое лазерно-локационное изображение в дальномерной форме, полученное с помощью наземного лазерного сканера

В современной лазерной локации используются два основных метода измерения наклонной дальности – импульсный и фазовый. Сразу оговоримся, что в лидарах воздушного базирования в настоящее время используется только импульсный метод, а в наземных лидарах и импульсный, фазовый методы.

На рисунке представлен принцип определения наклонной дальности при использовании фазового метода.

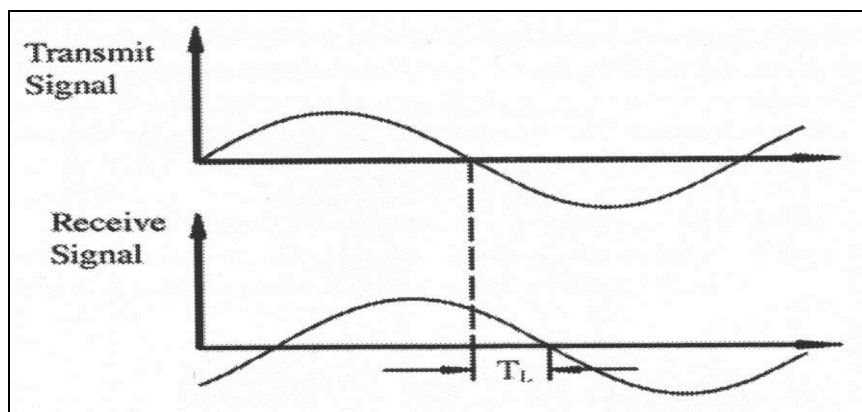


Рис. 5. К определению фазового метода определения наклонной дальности

Этот принцип состоит в определении количества целых длин волн между локатором и объектом и разности фаз излученной и принятой волны модулирующего колебания. Ширина полосы модуляции до 10 ГГц при использовании современных лазерных диодов (semiconductor laser diodes). Отметим, что в этом случае зондирующее излучение должно быть непрерывным, что в общем случае значительно повышает требования по выходной мощности излучающего лазера по сравнению с импульсным методом.

Напомним, что фазовый метод измерения дальности пока применяется только в лидарах наземного базирования.

Главное преимущество фазового метода измерения – более высокая точность, которая может достигать первых миллиметров.

Для того чтобы определить расстояние между источником и объектом необходимо:

1. Определить целое количество длин волн модуляции K , приходящихся на это расстояние.
2. Определить разность фаз $\Delta\varphi$ между принятой и опорной волной и тем самым оценить дополнительное расстояние, соответствующее «последней» неполной волне.

Если значения K и $\Delta\varphi$ удалось определить, то искомое расстояние определяется по формуле:

$$D = K\lambda + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \lambda,$$

здесь λ – длина волны модуляции.

Приведенной простой формулы достаточно, чтобы в принципе дать объяснение высокой точности фазового метода дальномерных измерений. Точность величины λ определяется стабильностью частоты генератора модулирующего колебания. В современных условиях возможно достичь очень высокой точности этого параметра. Т. е. если значение K определено правильно, то член $K\lambda$ практически не вносит никакого своего вклада в результирующую ошибку измерения дальности.

Величина $\Delta\varphi$ также может быть определена достаточно точно. Сразу отметим, что в зависимости от типа лидара может использоваться либо аппаратный метод определения значения $\Delta\varphi$ с помощью так называемых фазиметров, либо принятый сигнал в цифровой форме записывается на магнитный носитель, а все последующие процедуры корреляционного анализа (для определения фазы) осуществляются программно. В любом случае удастся достичь высокой точности определения $\Delta\varphi$.

В настоящее время можно выделить четыре основных сектора рынка воздушных лазерных сканеров:

- Съёмка площадных объектов;
- Съёмка площадных объектов с высоким разрешением;
- Коридорная (линейная) съёмка;
- Батиметрическая съёмка.

Российский рынок воздушного лазерного сканирования. Основные особенности и тенденции:

- Доминирование ведущего мирового производителя оборудования. На сегодняшний день:
- 11 ALTM производства OPTECH активно используются в России.
- ALS (Leica) всё ещё «собирается приступить» к работе.

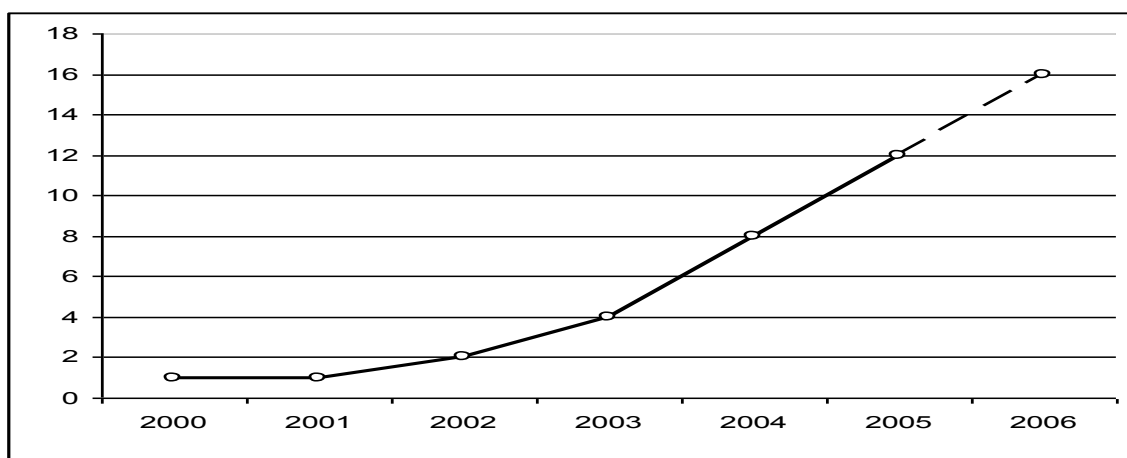


Рис. 6. Россия. Воздушные лазерные сканеры сегодня и завтра (в шт.)

Российский рынок – быстро растущий сегмент большой индустрии геоинформационных услуг

- Москва входит в тройку городов мира, имеющих сервис-центры лазерных сканеров.
- Количество компаний, предоставляющих услуги к концу 2005 года увеличилось в 2 (два) раза!
- Продолжается корпоративно-отраслевая специализация компаний.
- Появление на рынке первой НЕмосковской компании.
- Двукратное увеличение компаний, обрабатывающих данные лазерного сканирования (2005 год).

- Российские компании выполняют проекты на всех континентах, кроме Австралии и Антарктиды (пока...).
- Начался процесс формирования объединений российских поставщиков услуг.

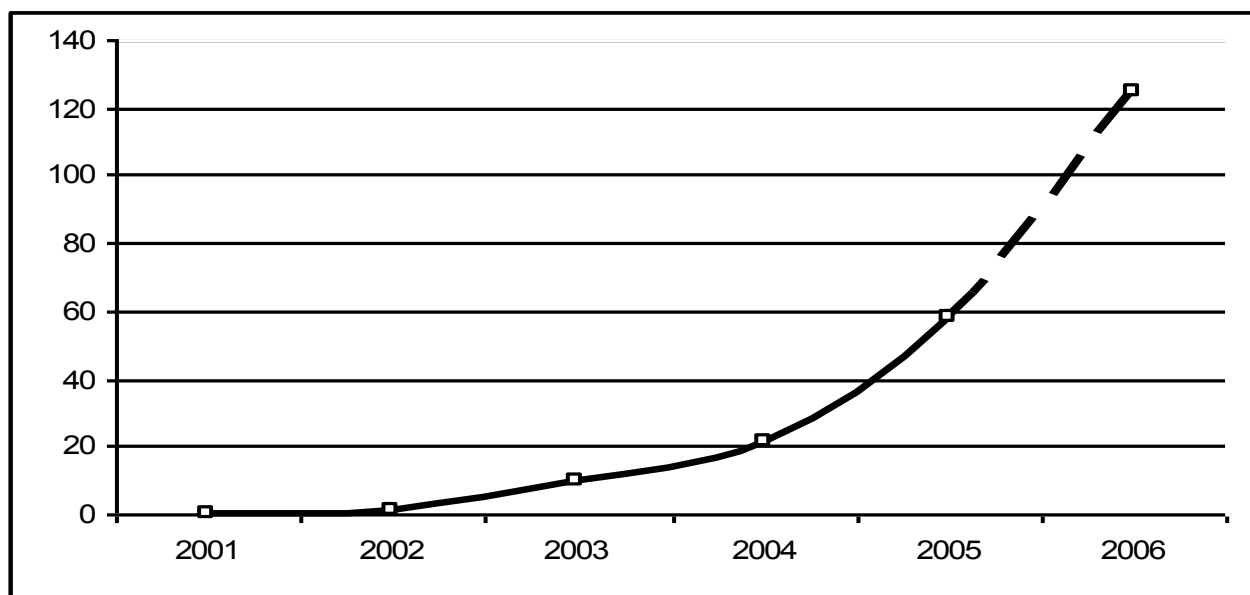


Рис. 7. Россия. Рынок услуг воздушного лазерного сканирования. Сегодня и завтра (млн долларов США)

Российский рынок наземных лазерных сканирующих систем в 2006 году

Основные особенности и тенденции: годовой рост мирового рынка - более чем на 65% (по прогнозам Spar Point Research LLC, USA).

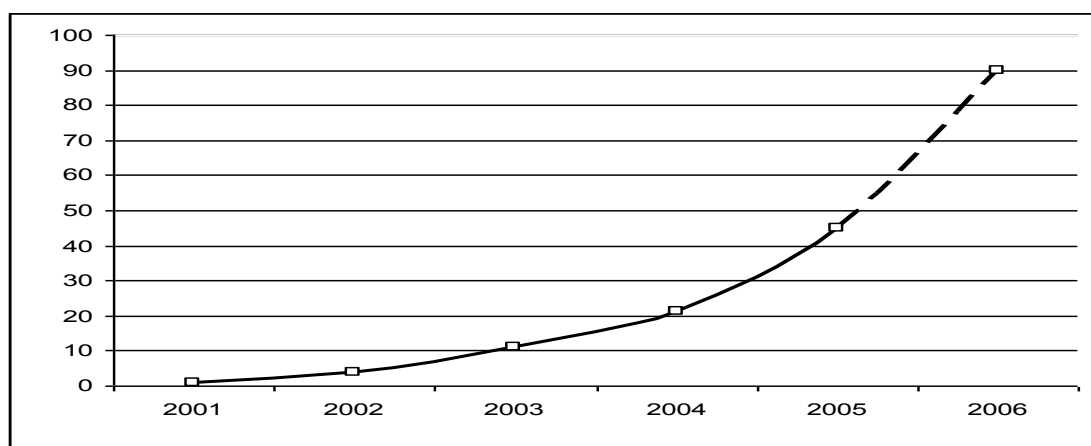


Рис. 8. Россия. Наземные лазерные сканеры. Сегодня и завтра (в шт.)

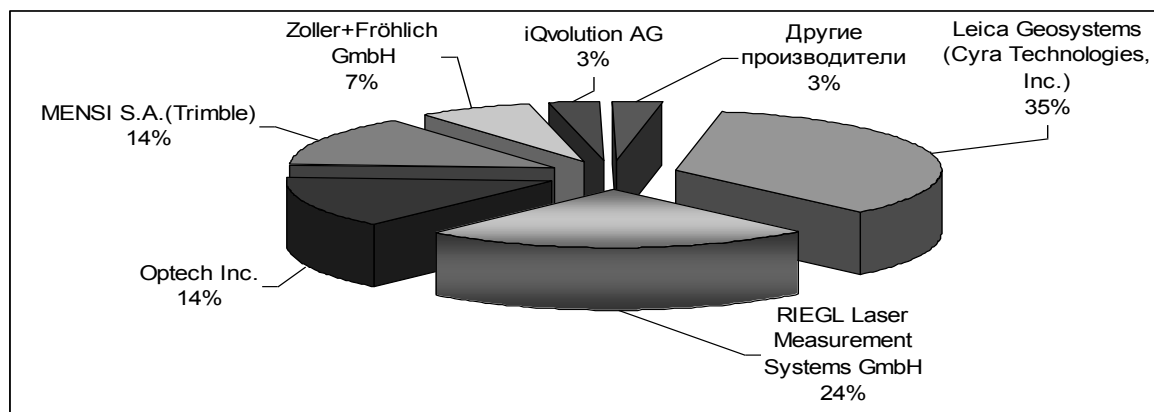


Рис. 9. Аналитические данные по доле участников рынка лазерных сканеров (2003 г.) (по оценкам Spar Point Research LLC, USA)

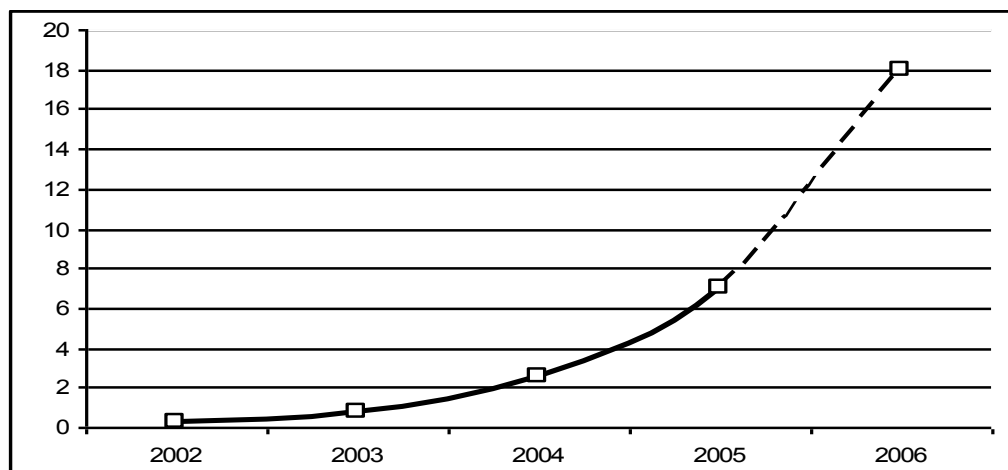


Рис. 10. Россия. Рынок услуг наземного лазерного сканирования. Сегодня и завтра (в млн. \$)

Тенденции развития рынка НЛС

Растущий спрос на 3-Д модели и наземные лазерные сканеры со стороны собственников: зданий и сооружений, городской инфраструктуры, предприятий химии и нефтехимии, фармацевтики, автомобильной промышленности, ядерных и обычных электростанций, компаний занимающихся строительством и реконструкцией инженерных сооружений, в т. ч. в открытом море. Рост спроса на точную техническую документацию по существующему состоянию зданий, сооружений, инженерных объектов и т. д. при работах по их реконструкции, модернизации или выводе из эксплуатации. Совершенствование программного обеспечения

Основные выводы:

- Технология воздушного и наземного лазерного сканирования уже заняла существенную часть рынка картографирования и моделирования местности и объектов, заменяя традиционные методы съёмки.

- Хорошие результаты дает совмещение данных воздушных лазерных сканеров:
- С данными аэрофотосъемки (для съемки площадных объектов);
- С данными наземных лазерных сканеров (для построения высокоточных трехмерных моделей сложных инженерных объектов).
- К 2010 цифровые системы, в т.ч. лазерные сканеры и цифровые аэрофотоаппараты будут доминировать в топографических, инженерно-изыскательских и специализированных приложениях.

© Е.М. Медведев, С.Р. Мельников, В.А. Середович, 2006

УДК 528.926

Эрик Тайле

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg

(Surveying and Basic Geoinformation Brandenburg), Potsdam, Germany

НОВЫЙ МЕТОД СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЛАНДШАФТА И ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ В НОВОЙ МОДЕЛИ ГЕОДАННЫХ В ГЕРМАНИИ

Всем геодезическим и кадастровым управлениям Германии поставлена задача предоставлять цифровые пространственные геобазовые данные управлению, хозяйству и частным пользователям. Концепции создания наличий геоданных происходит из 70-ых/80-ых годов прошлого века. Из-за быстро развивающейся техники и полученного за это время обширного опыта при регистрации данных, а также изменяющемся требованиям пользователей мы были вынуждены эти планы пересматривать и развивать.

С переходом геоданных в Германии в новую AFIS-ALKIS-ATKIS (AAA)-модель следуют фундаментальные изменения и для составных частей ATKIS – цифровой топографической модели ландшафта (DLM) и цифровые топографические карты (DTK). AFIS-ALKIS-ATKIS (AAA) соединяет в будущем в единую информационную систему: AFIS (Amtliches Festpunkt-Informationssystem)-информационная система опорных точек, ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem)-информационную систему кадастра, ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)-топографо-карто-графическую информационную систему.

Одно из важнейших технических новшеств: картографические геометрические и презентационные объекты получают соотношения к объектам модели ландшафта. Это даёт возможность в будущем совместно обрабатывать модель ландшафта и топографическую карту.

Новая AAA-модель и её влияние на ATKIS

В 2002 году AdV (Рабочее содружество землемерно-геодезических управлений земель Федеративной Республики Германии) выпустил "Документацию моделирования государственной геоинформации" (GeoInfoDok). Она породила новую структурность кадастровых и геодезических данных и описывает в совокупности все сегодняшние модели – информационные системы.

Решающее развитие новой AFIS-ALKIS-ATKIS-концепции заключается в следующем:

- Единая модель геоданных для всех трёх областей (опорных точек, кадастра и топографо-картографической);
- Использование международных норм и стандартов для описания модели;
- Семантически согласованное описание объектов и атрибутов между AFIS, ALKIS и ATKIS.

Важнейшие новшества для ATKIS

Различают следующие виды объектов:

- REO **R**aumbezogene **E**lementarobjekte – пространственные элементарные объекты
- NREO **N**ichtraumbezogene **E**lementarobjekte – непространственные элементарные объекты
- ZUSO **Z**usammengesetzte **O**bjekte – сложные объекты
- Все названия в картах в будущем будут определять через атрибуты объектов.
- Поверхность земли определяется через "основные пространственные объекты", которые не перекрываются.

Для обработки, накопления и передачи геоданных в новых условиях используется новое программное обеспечение:

- AAA-DHK (AAA-**D**aten**h**altung**s**komponente) – компонент ведения геоданных – для сбора, накопления и передачи геоданных AFIS, ALKIS и ATKIS,
- AAA-EQK (AAA-**E**rhebung**s**- und **Q**ualifizierung**s**komponente) – универсальная ГИС для регистрации, обработки а также приёма геоданных из других систем и их квалификации,
- AAA-Bereitstellungskomponente – компонент для предоставления геоданных заказчикам через интерфейс или интернет в так называемой геоинфраструктуре.

Для передачи сегодняшних структур данных в новую модель используется программное обеспечение миграции, которое трансформирует модель и предоставляет геоданные для первой обработки в новой модели.

Центральный новый нормированный интерфейс NAS – (Normbasierte Austauschchnittstelle) – программировался в формате XML по международными стандартами.

Совместная обработка модели ландшафта и карт

Одно из важнейших изменений при переходе ATKIS к новой AAA-модели является включение соотношения объектов, необходимое для издания цифровых топографических карт.

Бывшие каталоги объектов содержали точечные, линейные и пространственные презентационные объекты и в каталогах условных знаков были описаны правила изображения в соответствующих масштабов. В сегодняшней модели к сожалению нет возможностей накопить или транспортировать соотношение между объектами его картографическим изображением на карте. Это сводилось к тому, что модель ландшафта и необходимая дополнительная картографическая информация, как например условные знаки и геометрия объектов накапливались в отдельных базах данных. Таким образом актуальность геоданных модели местности и топографических карт различались на несколько месяцев или лет, что не удовлетворяло не только заказчиков но и различные управления.

Модель местности обновляют обычно через пять лет, некоторые объекты, как автострады, железные дороги, административные границы должны обновляться через три месяца.

Новая модель со своими расширениями создаёт фундамент для полной интеграции модели местности и дополнительной картографической информации. Наряду с совместным накоплением в одной базе геоданных имеется возможность обновления модели и карт, и ещё больше соединить их друг с другом. Преимущество такого метода работы состоит в том, что каждое изменение в модели местности одновременно вносят в карты. Так производят топографические и картографические геоданные (векторные и растровые) одной актуальности.

Ценность государственных геоданных намного повышается.

Кроме того, в новой модели объекты получают следующие расширения:

- Добавление вида модели (модель ландшафта или масштаб топокарты)
- Описание соотношения „dientZurDarstellungVon“ "служит для изображенияОт" и „istAbgeleitetAus" "возведёнИз"

С помощью вида модели можно описать принадлежность одного объекта к модели местности или к картографической модели, а также возможно распределять несколько видов модели. Обладает, например, один объект "лес" видами модели "базовая модель местности и топокарты DTK25", и это обозначает, что этот объект представлен без генерализации в базовой модели местности и рисуется также в топокарте DTK25. Если понадобится картографическая генерализация для изображения объекта модели местности, то соответственно возникают два объекта с единичными видами моделей "базовой модели местности - Basis-DLM" и "топокарта DTK25". Таким образом,

первоначальный, не генерализированный объект не изображается в DTK25, так как отсутствует вид его картографической модели. Вместо того существует так называемый геометрический картографический объект, который имеет одинаковые свойства как оригинальный объект местности – только добавляют номер условного знака и вид модели „DTK25“. Между геометрическо-картографическим и оригинальным объектам создается соотношение "возведёнИз". Этим путём осуществляется возможность создать множество топографических карт различных масштабов с различной генерализацией на основе одной модели местности.

Подробным образом поступают с презентационными объектами (например условными знаками для деревьев). Они получают вид модели как масштаб в котором они перспективно выдаются, например „DTK25“. Между презентационными объектами и принадлежащими объектами модели местности создаётся соотношение "служит Для ИзображенияОт"



Рис. 1: Презентация всех объектов с видом модели „Basis-DLM“



Рис. 2: Презентация всех объектов с видом модели „DTK25“

Эти новые возможности в будущей AAA-модели вызывают основные предпосылки для изменения рабочего процесса обработки модели местности и топографических карт. Пока этот процесс ещё разделён. Модель местности обновляют почаще, некоторые элементы как выше сказано через три месяца. В то время обновление топографических карт остается, так как в таких сроках не смогут обновлять карты. Несоответствие между актуальными векторными геоданными модели местности и картографическими данными всё увеличивается – состояние, которое критикуется особенно заказчиками, которые хотят использовать актуальные данные в своих ГИС.

Это меняет при объединённой обработке топографической цифровой модели ландшафта и топографических карт в новой модели геоданных. Изменения в данных накапливаются в обеих моделях, в результате геоданные имеют одинаковое состояние.

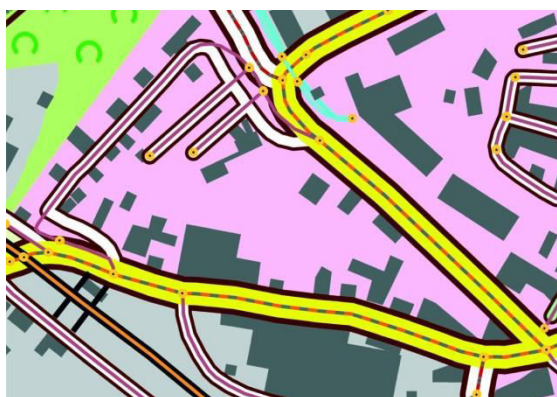


Рис.3: Презентация объектов с видом модели „Basis-DLM“ и „DTK25“ (жёлтая дорога – без генерализации) и объектов с соотношениями "служитДляИзображенияОт" (узкие белые дороги)



Рис.4: Объединённая обработка DLM und DTK: исходное положение DTK25

По этим соображениям направляли много времени и сил в структурирование будущих процессов обработки продуктов ATKIS в новой модели, учитывая новые технические возможности.

Все процессы предусматриваются целиком и описывают технологию и необходимое программное обеспечение.



Рис. 5: Объединённая обработка DLM und DTK: обновление на основе цифровых ортофотоснимков



Рис. 6: Объединённая обработка DLM und DTK: перевод актуальных данных "здания" из кадастра через интерфейс NAS

Введение AAA для ATKIS приведёт также к организационным изменениям. Совместная обработка DLM и DTK даёт возможность снизить расходы рабочего времени при составлении топографической и картографической продукции.



Рис.7: Объединённая обработка
DLM und DTK:
генерализированные здания



Рис.8: Объединённая обработка
DLM und DTK: DTK25
после обновления

Заключение

Введение новой AAA-модели является вызовом для всех геодезических и кадастровых управлений Германии. Предстоят задачи миграции геоданных в новую модель, испытывать и конфигурировать программное обеспечение с всё меньше персональными и финансовыми ресурсами. В конце концов нужно проинформировать о новых структурах геоданных совместно заказчиков и пользователей ATKIS.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): „Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok) – Version 5.0“, www.adv-online.de, 31. Januar 2006.
2. Christoffers, Friedrich: „Chancen der AAA-Modellierung für ATKIS-Prozesse“, 9. Internationales Anwenderforum für Geoinformationssysteme – Tagungsband, AED-SICAD AG, 2005. S. 55 f.
3. Wodtke, Klaus-Peter: "ATKIS-DLM und ATKIS-DTK im AAA-Datenmodell", Symposium Praktische Kartographie – Tagungsband, Kartographische Schriften Band 12, Kirschbaum Verlag.

© Эрик Тайле, 2006

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНТАЖА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Постановка задачи. Геодезическое обеспечение монтажа технологического оборудования различных инженерных объектов складывается из двух частей: обеспечения непосредственно самого технологического процесса монтажа (разбивочные работы, в том числе вынос проекта в натуру, определение планово-высотного положения, вертикальности и горизонтальности элементов технологического оборудования инженерных объектов и т. д.) и контроля качества монтажа (по результатам исполнительной съемки). Эти две составляющие геодезического обеспечения монтажа технологического оборудования итеративно взаимосвязаны и дополняют друг друга. При этом для геодезического обеспечения каждой из них необходимо осуществлять поиск оптимальных условий выбора методов и средств геодезических измерений для реализации конкретных геодезических задач. Данный тип задачи относится к экстремальным задачам оптимизации; при этом существенное значение имеют следующие моменты:

- Стремление к минимизации перебора возможных решений;
- Одновременное варьирование всеми переменными;
- Использование математического аппарата для формализации отдельных действий;
- Выбор чёткой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения.

На рис. 1 представлена динамическая модель оптимизации объекта исследований в виде системы «черного ящика», где входы x_i представляют собой факторы, воздействующие на систему, а выходы y_i – параметры оптимизации, т.е. реакция на воздействие факторов, которые определяют поведение изучаемой системы.

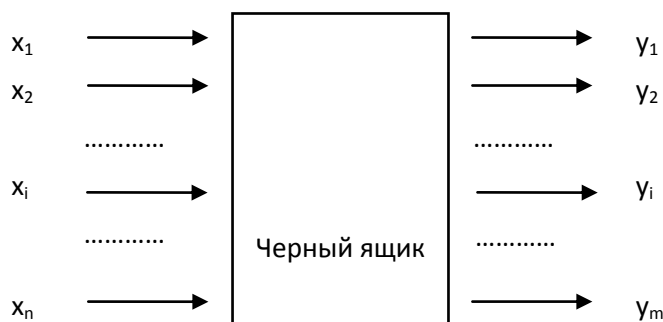


Рис. 1. Система «черного ящика»

Каждый фактор может принимать при выборе методов и средств геодезических измерений одно из нескольких значений, которые называют уровнями.

Фиксированный набор уровней факторов определяет одно из произвольно возможных состояний «черного ящика». Если перебрать все возможные наборы состояний, то получим множество различных состояний «черного ящика»; так, например, простая система с четырьмя факторами на четырёх уровнях имеет: $4^4 = 256$ возможных состояний. Естественно, что в таких условиях необходимо каким-то образом сократить возможное число опытов.

На рис. 2 представлена структурная схема системы оптимального выбора методов и средств геодезического обеспечения инженерных объектов, на которой представлены все возможные (значимые с точки зрения геодезического контроля) входные факторы: категория метода контроля и вид контроля, квалификация исполнителя контроля, контролируемые геометрические параметры, технологические и внешние условия контроля, документация контроля, трудоемкость контроля, точность контроля, экономические ресурсы.

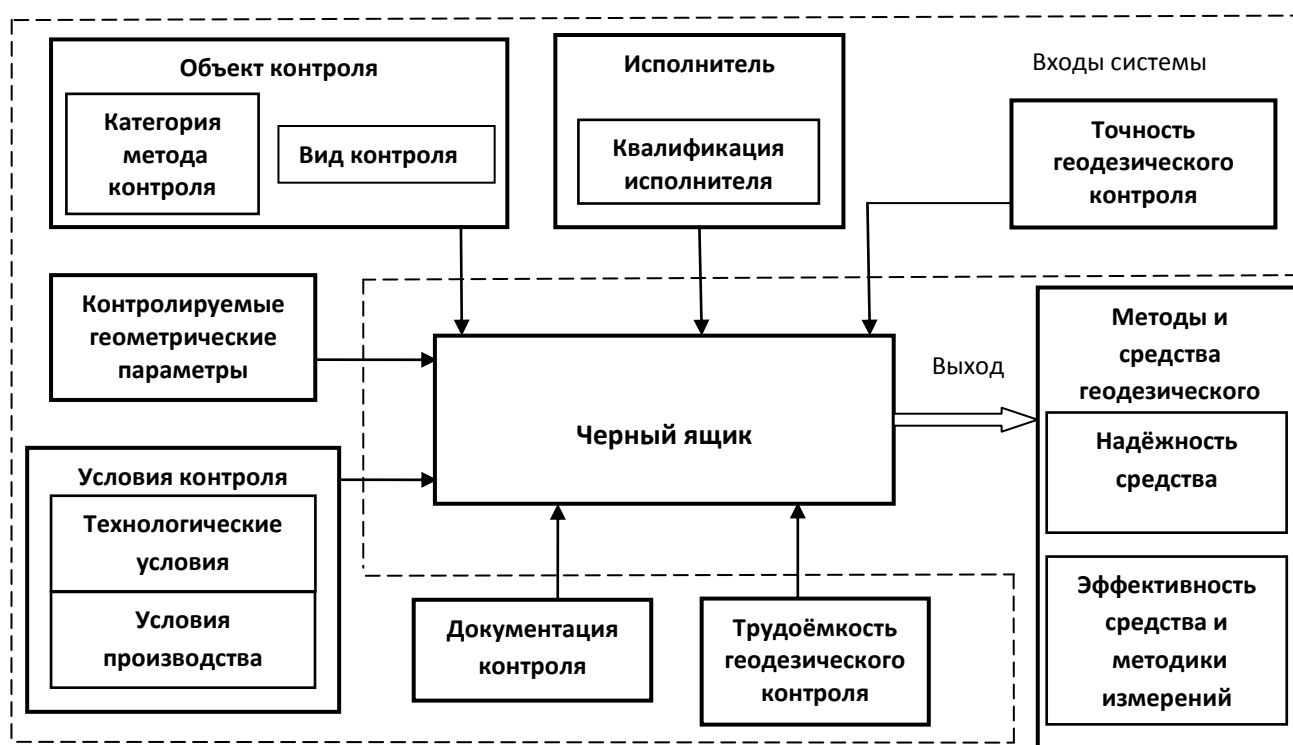


Рис. 2. Структурная схема системы оптимального выбора методов и средств геодезического обеспечения инженерных объектов

При этом под «методами и средствами геодезического обеспечения» понимается как техническое средство (геодезический прибор) с его точностными характеристиками, так и метод – наиболее целесообразный в определённых условиях геодезического обеспечения конкретных видов инженерных объектов; но из этого нельзя исключать и методику,

характеризуемую точностью (отличающейся от точности прибора) и трудоемкостью.

Задача выбора необходимых для эксперимента опытов, методов их математической обработки и принятия решения – есть задача планирования эксперимента, а частный случай этой задачи – планирование экстремального эксперимента (метод выбора минимального числа опытов), поставленного с целью поиска оптимальных условий функционирования объекта.

Планирование эксперимента. При планировании эксперимента оптимального выбора методов и средств геодезического обеспечения инженерных объектов очень важно определить параметр, который нужно оптимизировать. В зависимости от типа инженерного объекта и вида контролируемого геометрического параметра технологического оборудования, параметры оптимизации могут быть весьма разнообразны; каждый объект в реальных условиях производства может характеризоваться совокупностью контролируемых геометрических параметров. При этом отметим, что возможен одновременный учёт нескольких параметров, которые могут быть как качественные, так и количественные. К выбору параметров оптимизации предъявляются определенные требования: они должны быть количественными, однозначными, эффективными, универсальными (способность всесторонне характеризовать объект исследования), существующими для всех различных состояний [2].

Математические модели можно построить для каждого выбранного параметра оптимизации, но оптимизировать несколько функций одновременно невозможно. Оптимизируется обычно одна функция при ограничениях, налагаемых другими функциями; поэтому из многих выходных параметров в качестве параметра оптимизации выбирается какой-то один, наиболее важный с точки зрения цели исследования, либо обобщенный параметр, а остальные служат ограничениями. Для объединения различных откликов можно использовать некоторую шкалу. Одним из наиболее удобных способов построения обобщенного отклика является обобщенная функция желательности Харрингтона [1], для которой существуют специально разработанные таблицы. После того, как выбрана шкала желательности, а частные отклики преобразованы в частные функции желательности, можно построить обобщенный показатель D. Переход осуществляется по формуле:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n d_u} . \quad (1).$$

В нашем случае при выборе оптимальных методов и средств геодезических обеспечения монтажа технологического оборудования различных инженерных объектов в качестве параметра оптимизации был выбран параметр – эффективность геодезического метода, методики и средства измерений, а надёжность – в качестве ограничения для различных категорий контроля.

Для решения задачи выбора наиболее оптимальных методов и средств геодезического обеспечения использовалась математическая модель объекта

исследований в виде уравнения, связывающего параметр оптимизации с входными факторами, вида

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2)$$

где φ – функция отклика (реакция системы на входное воздействие).

Если мы сможем построить данную математическую модель (2), то с её помощью можно будет предсказывать значения откликов в тех состояниях, которые нас интересуют больше всего или другими словами – приближают нас к оптимуму. Одними из наиболее важных предположений о свойствах поверхности отклика – это непрерывность поверхности, её гладкость и наличие единственного оптимума. Такие предположения позволяют представить изучаемую функцию в виде степенного ряда в окрестности любой возможной точки факторного пространства (для дискретных значений факторов можно считать, что фактор принимает непрерывный ряд значений). Определяя значения параметра оптимизации в нескольких соседних точках факторного пространства (в силу гладкости и непрерывности функции отклика) можно ожидать или предполагать результаты в других соседних точках. Возможны два варианта поиска оптимума для одной и той же поверхности: классический метод Гаусса-Зейделя и процесс шаговой процедуры, когда сначала изучается локальная область, а затем определяется наиболее интересное направление и в этом направлении проводятся дальнейшие исследования.

Известно, что всегда существует такая окрестность почти любой точки, в которой линейная модель адекватна. И хотя размер такой области заранее не известен, адекватность можно проверять по результатам эксперимента. Следовательно, выбрав сначала произвольную подобласть, мы рано или поздно найдём её размеры, а как только это случится, воспользуемся движением по градиенту. Для нас очень важен тот момент, что в принципе возможен выбор такой области, при которой линейная модель окажется адекватной.

Полный факторный эксперимент. В общем виде, эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания факторов, называется полным факторным экспериментом [1]. При выборе области исследования, прежде всего, необходимо оценить границы областей определения факторов. Другими словами – выбор экспериментальной области факторного пространства связан с тщательным анализом всей априорной информации. Данная процедура включает два этапа: выбор основного уровня и выбор интервалов варьирования.

Каждая комбинация является многомерной точкой в факторном пространстве. Её можно рассматривать как исходную точку в планировании исследования, которая является основным уровнем и тогда построение плана исследования сводится к выбору экспериментальных точек, симметричных относительно нулевого уровня. Выбор интервалов варьирования задача достаточно трудная, так как она связана с неформализованным этапом планирования эксперимента и здесь важную роль играет вся собранная на данном этапе систематизированная априорная информация: о различных инженерных объектах; контролируемых геометрических параметрах технологического оборудования; методах и средствах геодезического

обеспечения; влиянии внешних и производственных условий; экономических ресурсах и т. д. Так, например, в табл. 1 представлены уровни факторов и интервалы варьирования для входного фактора: точность геодезического метода для различных категорий контроля.

В качестве примера приведем реализацию полного факторного эксперимента для 2 категории контроля. В табл. 2 представлены значения уровней и интервалы варьирования факторов для 2 категории контроля; порядок проведения и результаты опытов и матрица планирования в табл. 3.

Таблица 1. Уровни факторов и интервалы варьирования – точность геодезического метода для различных категорий контроля

Фактор X_1	Уровни			$A_{мет.} = \frac{\delta_{мет.}}{T_{изд.}} \%$
	-1	0	+1	
X_1 – точность метода (1 категория контроля)	10	15	20	Коэффициент понижения точности для различных категорий контроля
X_1 – точность метода (2 категория контроля)	20	25	30	
X_1 – точность метода (3 категория контроля)	30	37,5	45	
X_1 – точность метода (4 категория контроля)	45	52,5	60	

Таблица 2. Уровни факторов и интервалы варьирования для 2 категории контроля (с учетом важности факторов)

Уровни	Факторы			
	$X_1(K=5)$	$X_2(K=2)$	$X_3(K=2)$	$X_4(K=1)$
Основной	25	0,65	0,70	0,60
Интервал варьирования	5	0,30	0,30	0,40
Верхний	20 (4,0)	1,90	1,90	0,90
Нижний	30 (3,0)	0,70	0,70	0,20

Таблица 3. Порядок проведения и результаты опытов, матрица планирования для 2 категории контроля

№	Порядок опытов	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	$\hat{y}$	$\dot{y}$	$\bar{y}$
1	8;13	+1	-1	-1	-1	-1	0,78	0,92	0,850
2	3;12	+1	+1	-1	+1	-1	1,01	1,10	1,055
3	11;15	+1	-1	-1	+1	+1	1,29	1,27	1,280
4	6;14	+1	-1	+1	-1	+1	1,29	1,33	1,310
5	2;4	+1	+1	+1	-1	-1	1,01	1,13	1,070
6	5;7	+1	+1	-1	-1	+1	1,12	1,16	1,140
7	1;9	+1	-1	+1	+1	-1	1,16	1,06	1,110
8	10;16	+1	+1	+1	+1	+1	1,67	1,56	1,615

1. Оценка дисперсий среднего арифметического осуществлялась по формуле:

$$\bar{S}_i^2 = \frac{\sum_i^n (y_{iq} - \bar{y}_i)^2}{n(n-1)}. \quad (3)$$

2. Проверка однородности дисперсий осуществлялась с помощью критерия Кохрена, значение которого получилось равным 0,289. Табличное значение критерия для восьми различных опытов и числа степеней свободы $n - 1 = 1$ равно 0,679 (при уровне значимости 0,05). Так как экспериментальное значение критерия не превышает табличного, гипотеза об однородности дисперсий принимается.

3. Если дисперсии однородны, то проводится расчёт оценки дисперсии воспроизводимости эксперимента для числа степеней свободы $N (n - 1) = 8$ по формуле:

$$S_{\{\bar{y}\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{Nn(n-1)}. \quad (4)$$

4. Оценки коэффициентов регрессии и дисперсий в их определении:

$b_0 = 1,1788$; $b_1 = 0,0412$; $b_2 = 0,0975$; $b_3 = 0,0862$; $b_4 = 0,1575$; $b_{12} = 0,0250$; $b_{13} = 0,0288$; $b_{14} = 0,0001$.

5. Проверка адекватности модели осуществлялась по формулам:

$$S_{адек.}^2 = \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2 \setminus f, \quad f = N - (k + 1), \quad F = S_{адек.}^2 \setminus S_{\{\bar{y}\}}^2. \quad (5)$$

Для числа степеней свободы $f = 8 - (4 + 1) = 3$ критерий адекватности модели составил: $F = 1,84$. Табличное значение критерия Фишера F равно 4,1. Экспериментальное значение величины F не превышает табличного значения, гипотеза об адекватности модели принимается.

6. Проверка значимости коэффициентов регрессии осуществлялась по формулам:

$$S_{\{b_j\}}^2 = S_{\{\bar{y}\}}^2 \setminus N, \quad \Delta b_j = \pm t S_{\{b_j\}}. \quad (6)$$

Величина t-критерия Стьюдента для уровня значимости (0,05) и числа степеней свободы, с которым определялось значение $S_{\{\bar{y}\}}^2$, равна 2,306.

Доверительный интервал: $\Delta b_j = \pm 0,0371$. Принимается решение о значимости коэффициентов: $b_0 = 1,1788$; $b_1 = 0,0412$; $b_2 = 0,0975$; $b_3 = 0,0862$; $b_4 = 0,1575$, что отвечает требованиям эксперимента по исследованию влияния факторов.

Уравнение регрессии для 2 категории контроля имеет следующий вид:

$$\hat{y} = 1,1788 + 0,0412x_1 + 0,0975x_2 + 0,0862x_3 + 0,1575x_4. \quad (7)$$

Аналогичные исследования были выполнены для всех категорий контроля. Полученные уравнения регрессии положены в основу работы экспертной системы при оптимизации выбора методов и средств геодезических измерений для монтажа технологического оборудования инженерных объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
2. Моцкус, И.Б. Многоэкстремальные задачи в проектировании [Текст] / И.Б. Моцкус. – М.: Наука, 1967. – 215 с.

© В.С. Хорошилов, 2006

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ОБЛАСТИ КЛАССИФИКАЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Любой объект всегда может быть представлен в качестве системы. Представляя объект как систему, мы тем самым, даем предварительную картину составных частей объекта в их взаимных отношениях. Дальнейший, более глубокий шаг в познании заключается в поисках закономерностей системных отношений целостного объекта. Переход от системы целостных свойств к структуре объекта может быть осуществлен только при условии, если найдены элементы

и их устойчивые отношения, которые связаны с природой этих свойств. Для выявления структурного отношения необходимо обнаружить тождество конкретных отношений в различных объектах. Пусть объектом наших исследований являются геодезические приборы.

Используя для построения системы методологию теоретико-множественного подхода [1], выделим следующие аксиоматические условия: 1) существование; 2) множество объектов; 3) единое; 4) единство; 5) достаточность.

С условием (1) необходимо считаться потому, что существование – это фундаментальная характеристика любой системы, которая проявляется через формы существования материи: время, пространство, движение и различные сочетания из этих трех форм.

Условие (2) – это множество объектов, самых различных, реально существующих еще до какой-либо систематизации, а любое построение системы невозможно без необходимого для этого «строительных материалов».

Условие (3) – это некоторое одинаковое для всех конструкций данной системы свойство или признак, т. е. это основание классификации системы. Будем в дальнейшем это свойство называть – A_i признак. Данную систему приходится строить только из объектов, обладающих – A_i признаками, т. е. эти признаки не только одинаковые и повторяющиеся для данных объектов, но и весьма существенные признаки.

Условие (4) – единство, благодаря этому условию между определенными объектами возникают отношения, которые приводят к возникновению новых для них и всей их совокупности свойств – аддитивных, неаддитивных, аддитивно-неаддитивных, а в результате получается новый объект.

Условие (5) – достаточность, которая понимается в том смысле, что для построения любой системы должно быть достаточное количество материала для сооружения чего-либо.

Основываясь на данных предпосылках (1) – (5), покажем ниже алгоритм построения системы. В самом общем виде построение сводится к последовательной реализации четырех последующих этапов.

1. К отбору из всего универсума M по единому основанию $A^{(0)}_i$ некоторой совокупности объектов $M^{(0)}_i$, которое далее будем называть «множество первичных элементов».

2. К наложению на первичные элементы определенных отношений единства $R^{(1)}_i$ и к возникновению, благодаря этому, по закону геометрических условий $Y^{(1)}_i$ – «множества конструкций» $M^{(1)}_i$.

3. К такому изменению «множества конструкций» $M^{(1)}_i$, согласно отношениям $R^{(2)}_i, R^{(3)}_i, \dots R^{(S+1)}_i$ и законам геометрических условий $Y^{(2)}_i, Y^{(3)}_i, \dots Y^{(S+1)}_i$ и к такому выводу «множеств конструкций» $M^{(2)}_i, M^{(3)}_i, \dots M^{(S+1)}_i$, при которых конструкции всех этих множеств оказываются построенными из элементов одного и того множества $M^{(0)}_i$.

4. К выводу всех возможных для данных $A^{(j)}_i, R^{(j)}_i, Y^{(j)}_i$ множества объектов M_i или системы $S_i = \{M^{(0)}_i, M^{(1)}_i, M^{(2)}_i, \dots M^{(S+1)}_i\}$.

Образуем сочетания (1), (2) – «существование множества объектов» и далее (1), (3), (2) – «существование единого множества объектов». Последнему размещению отвечают находимые как в объективной, так и в субъективной реальности специфические подмножества объектов – $M^{(0)}_i$, выделенные согласно признакам A_i по законам геометрических условий $Y^{(0)}_i$ из существующего бесконечного множества объектов M . Таким образом, любое из $M^{(0)}_i$ равно или содержится в M : $M^{(0)}_i \subseteq M$. Мощность каждого из $M^{(0)}_i$ есть – $p^{(0)}_i$, а число различных видов этих объектов – $a^{(0)}_i$.

Сочетание (1), (4), (3), (2) означает «существование единства единого множества объектов». Это сочетание означает, что выделенные по A_i признакам объекты каждого существующего специфического множества $M^{(0)}_i$ находятся в определенных отношениях единства. В тоже время, данное сочетание означает и существование «нового объекта», так как единство существующего единого множества объектов – это новый объект – это единство оптических, механических и электронных элементов, а это геодезический прибор (теодолит, нивелир, тахеометр и т. д.). И, наконец, необходимо заметить, что отношения единства, где бы они не возникали (в природе или уме человека) должны подчиняться требованиям определенных законов, например, законам атомной физики или математики; в геодезическом приборостроении – аксиомам параллельности, перпендикулярности, т. е. взаимному расположению отдельных узлов прибора (так, для теодолита – это взаимное расположение его геометрических узлов). В силу сказанного имеем основания назвать:

1. Все объекты, которые возникают благодаря отношениям единства из ряда объектов $M^{(0)}_i$ – конструкциями (или геодезические приборы) или $K^{(j)}_i$;

2. Объекты из $M^{(0)}_i$, участвующие в возникновении конструкций $K^{(j)}_i$ – первичными элементами;

3. $M^{(0)}_i$ – i -ми множествами первичных элементов;

4. Законы единения – законами геометрических условий или $Y^{(j)}_i$.

Все конструкции, первичные элементы которых принадлежат одному и тому же множеству первичных элементов $M^{(0)}$, могут иметь тройное происхождение: непосредственное, опосредствованное, то и другое.

Остановимся на первом.

Обозначим множество конструкций, которые могут возникнуть непосредственно из тех или иных первичных элементов данного множества $M^{(0)}$ через $-M^{(1)}$, общее число таких конструкций (или мощность) – через $p^{(1)}$, законы их геометрических условий – через $Y^{(1)}$. Если множество $M^{(1)}$ – не пустое, то оно могло возникнуть: а) сразу из всех $p^{(0)}$ элементов множества $M^{(0)}$ или; б) из различных частей множества $M^{(0)}$, обозначим которое через L_1 ; в) одним или г) многими способами h_1 . При вариантах: а), в) $p^{(1)} = 1$; г) $p^{(1)} = h_1$; б), в) $p^{(1)} = L_1 h_1$. Последний способ содержит в виде частных случаев все предыдущие. Для дальнейшего в целях наибольшей общности мы обязаны считать, что $p^{(1)} = L_1 h_1 \geq 0$ и $M^{(1)}$ определяется не одним, а множеством законов геометрических условий $\{Y^{(1)}\}$.

Сочетание (1), (4), (3), (2) как уже отмечалось выше, означает существование единого множества объектов. Если $p^{(1)} \neq 0$, то по отношению к любым K из $M^{(1)}$ – их существование означает, что они изменчивы. Но изменение K_j из $M^{(1)}$ приведет к возникновению $q(q \leq 0)$ конструкций K' . Анализируя это положение, мы тем самым переходим к рассмотрению и опосредованных вариантов происхождения конструкций. С точки зрения первичных элементов здесь могут быть следующие варианты.

1. Первичные элементы каждого из q конструкций K' принадлежат $M^{(0)}$.
2. Первичные элементы ни одного из q конструкций K' не принадлежат $M^{(0)}$.
3. Первичные элементы q_1 конструкций K' принадлежат $M^{(0)}$, а $(q - q_1)$ – не принадлежат $M^{(0)}$. Последний случай – наиболее общий: когда $q = q_1$, то $q - q_1 = 0$, и мы имеем случай 1; когда $q_1 = 0$, то $q - 0 = q$ и мы имеем случай 2; когда же $q > q_1 \geq 1$, то $q - q_1 \neq 0$ или q и мы имеем случай 3.

Образуем из $q_1 (q \geq q_1 \geq 0)$ конструкций K' , первичные элементы которых принадлежат $M^{(0)}$, множество M . Тогда, по отношению к $M^{(1)}$ оно может находиться в трех следующих отношениях (знаки $\subseteq, \cap, \emptyset, \in$ – обозначают соответственно содержит или равно, пересечение, нуль – множество, принадлежит):

$$\text{а) } M \subseteq M^{(1)}, \text{ б) } M \cap M^{(1)} = \emptyset, \text{ в) } M \cap M^{(1)} \neq \emptyset \quad (1)$$

Из предыдущего понятно, что варианты а), б) – лишь частные случаи варианта в). Для нас здесь важны лишь те K' , которые не принадлежат пересечению M и $M^{(1)}$ и, стало быть, являются новыми конструкциями. образуем из таких новых K' подмножество $M^{(2) '}$, а его мощность обозначим через $p^{(2) '}$. Очевидно, что $K' \in M^{(2) '}$ возникли изменением $K \in M^{(1)}$ согласно законам геометрических условий множества $\{Y^{(2) '}\}$. Конструкции, обладающие такими же характеристиками, что и K' (обозначим их через K''), могли возникнуть и другими путями. Пусть множество таких конструкций K'' есть $M^{(2) ''}$, мощность этого множества – $p^{(2) ''}$ ($p^{(2) ''} \geq 0$), законы геометрических

условий – $Y^{(2)'}_1$. Тогда, объединяя множества $M^{(2)'}_1$ и $M^{(2)''}_1$, получим новое множество $M^{(2)}_1$ с мощностью $p^{(2)}_1$, законом геометрических условий $Y^{(2)}_1$, с множеством определенных на $M^{(2)}_1$ законов геометрических условий $\{Y^{(2)}_1\}$. Повторяя аналогичные рассуждения, мы придем к возможности существования $M^{(3)}_1, M^{(4)}_1, M^{(5)}_1, \dots, M^{(s)}_1$ множеств конструкций. При чем, ни одно из них не будет содержать общих конструкций, следовательно, пересечение всех этих множеств друг с другом будет равно нуль-множеству: $\bigcap_{i=0}^s M^{(i)}_1 = \emptyset$, их мощности будут соответственно равны: $p^{(1)}_1, p^{(2)}_1, p^{(3)}_1, \dots, p^{(s)}_1$, число различных видов их конструкций: $a^{(1)}_1, a^{(2)}_1, a^{(3)}_1, \dots, a^{(s)}_1$. Законами их геометрических условий будут $Y^{(1)}_1, Y^{(2)}_1, Y^{(3)}_1, \dots, Y^{(s)}_1$, а сами множества, определенные на подмножествах законов геометрических условий, будут: $\{Y^{(1)}_1\}, \{Y^{(2)}_1\}, \{Y^{(3)}_1\}, \dots, \{Y^{(s)}_1\}$.

Заметим, что возникновение множеств $M^{(i)}_1$ ($i = 1, 2, 3, \dots, s$) возможно в том и только в том случае, когда при преобразовании конструкций одних множеств в конструкции других множеств меняется: 1) только число первичных элементов; 2) только отношения; 3) число и отношения между первичными элементами; 4) первичные элементы; 5) число и первичные элементы; 6) отношения и первичные элементы; 7) число, отношения и первичные элементы.

Отсюда следует, что во множествах конструкций, отвечающих условиям 1) – 4), могут реализовываться явления: 1) одно и \ или двухсторонние преобразования одних конструкций в другие; 2) прибавления и возникновения конструкций с увеличенным числом первичных элементов; 3) вычитания и возникновения конструкций с уменьшенным числом первичных элементов; 4) обмена – вычитания и прибавления элементов; 5) слияния – возникновение конструкций в результате объединения двух и более конструкций в единое целое. Заметим так же, что во всех этих вышеперечисленных явлениях могут участвовать один и более первичных элементов.

В целях наибольшей общности необходимо проанализировать и те конструкции, которые могли возникнуть из тех или иных конструкций $M^{(i)}_1$ ($i = 1, 2, 3, \dots, s$) благодаря изменению всех или части их первичных элементов. Возможность возникновения таких конструкций, которые по своим первичным элементам не принадлежат к $M^{(0)}_1$ очевидно необходимо допустить.

Обозначим множество всех таких конструкций через E . Изменение некоторых или всех конструкций из E и любых других множеств (кроме $M^{(i)}_1$) может в принципе также привести к возникновению таких конструкций, которые по своим первичным элементам могут принадлежать $M^{(0)}_1$ и, которые могут не принадлежать ни к одному из s предыдущих множеств (в случае их принадлежности к $M^{(i)}_1$ – это может привести лишь к изменению мощности этих множеств). Более того, изменение $K \notin M^{(i)}_1$ может породить новое множество множеств конструкций. Обозначим множество множеств всех таких конструкций: $K \notin M^{(i)}_1$ – независимо от способа их происхождения – через $M^{(s+1)}_1$, его мощность – через $p^{(s+1)}_1$, закон геометрических условий – через $Y^{(s+1)}_1$. Последнее обстоятельство важно с точки зрения входа и выхода. Для конструкций возможны множества следующих четырех типов: 1) без входа и

выхода; 2) с входом, но без выхода; 3) с выходом, но без входа; 4) с входом и выходом. Множества конструкций типа 1 – закрытые; 2 и 3 – односторонне открытые; 4 – двусторонне открытые. Нетрудно указать и на примеры геодезических приборов различных типов – это электронные теодолиты, нивелиры, тахеометры и др., т. е. приборы, способные к обмену информацией в той или иной мере. В итоге мы видим, что в общем случае любое i -е множество M_i образований гетерогенно, так как:

1. M_i – есть множество множеств: $M_i = \{M_i^{(0)}, M_i^{(1)}, M_i^{(2)}, M_i^{(3)}, \dots, M_i^{(S+1)}\}$, одинаковых по их принадлежности с точки зрения первичных элементов к $M_i^{(0)}$, но различных по происхождению. В силу того, что $\bigcap_{j=1}^{s+1} M_i^{(j)} = \emptyset$, объединение

этих всех подмножеств равно: $M_i: M_i = \bigcup_{i=0}^{s+1} M_i^{(i)}$.

2. Мощность M_i -го множества $m_i = \sum_{j=0}^{s+1} p_i^{(j)}$.

3. Закон геометрических условий Y_i множества $K \in M_i$ выражается множеством множеств законов геометрических условий $\{\{Y_i^{(0)}\}, \{Y_i^{(1)}\}, \{Y_i^{(2)}\}, \dots, \{Y_i^{(S+1)}\}\}$. В целях наибольшей общности можно принять, что $\{Y_i^{(j)}\}$ пересекаются, т. е. $\bigcap_{j=0}^{s+1} \{Y_i^{(j)}\} \neq \emptyset$. В частности может быть, что все $\{Y_i^{(j)}\}$ одинаковы, область их пересечения равна: $\bigcap_j \{Y_i^{(j)}\} = \{Y_i^{(j)}\} = Y_i$, или все $\{Y_i^{(j)}\}$ различны и область их пересечения равна: $\bigcap_j \{Y_i^{(j)}\} = \emptyset$ и тогда $\{Y_i\} = \bigcup_{j=0}^{s+1} \{Y_i^{(j)}\}$

Проведенный анализ построения системы показывает, что в общем случае на системе S_i реализуется не одно, а множество оснований, множество отношений и множество законов геометрических условий:

- а) $S_i = \{M_i^{(0)}, M_i^{(1)}, M_i^{(2)}, M_i^{(3)}, \dots, M_i^{(S+1)}\}$,
 - б) $\{A_i\} = \{A_i^{(0)}, A_i^{(1)}, A_i^{(2)}, A_i^{(3)}, \dots, A_i^{(S+1)}\}$,
 - в) $\{R_i\} = \{R_i^{(0)}, R_i^{(1)}, R_i^{(2)}, R_i^{(3)}, \dots, R_i^{(S+1)}\}$,
 - г) $\{Y_i\} = \{Y_i^{(0)}, Y_i^{(1)}, Y_i^{(2)}, Y_i^{(3)}, \dots, Y_i^{(S+1)}\}$
- (2)

В итоге мы приходим к важному для дальнейшего исследования выводу: каждый геодезический прибор состоит из отдельных узлов, деталей, элементов, которые возможно в дальнейшем сравнивать между собой с точки зрения их развития, преимущества, новшества, строить номинальные шкалы, присваивать коэффициенты предпочтения или доверия, т. е. в конечном случае – классифицировать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ветров, А.А. Системный анализ и научное знание [Текст] / А.А. Ветров, А.И. Уемов, В.С. Черняк. – М.: Наука, 1978. – 245 с.

© *Е.А. Пономарев, В.С. Хорошилов, 2006*

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПАСПОРТИЗАЦИИ И ДИАГНОСТИКИ

При назначении ремонтных работ на автомобильных дорогах и дорожных сооружениях в настоящее время наиболее часто применяется метод межремонтных сроков. Современные подходы к управлению, и ограниченность финансовых ресурсов заставляют применять более перспективные методики, базирующиеся на точных и оперативных данных о фактическом состоянии объектов управления. Для перспективного планирования, такие данные необходимо рассматривать в динамике, на протяжении нескольких лет. Очевидно, что такие данные могут быть получены только в результате паспортизации и диагностики, с сохранением принципа единства измерений на протяжении нескольких лет.

По заданию Областного государственного учреждения «Территориальное управление автомобильных дорог» Новосибирской области (ОГУ ТУАД Новосибирской области) научно-инженерным дорожным центром Сибирского государственного университета путей сообщения (далее НИДЦ СГУПС) в 2002 и 2005 годах была проведена диагностика опорной сети дорог общего пользования Новосибирской области, протяженностью более 1300 км. Результаты работы были оформлены в виде таблиц и графиков (рис. 1).

Данные диагностики показали, что транспортно-эксплуатационное состояние значительной части автомобильных дорог не отвечает нормативным требованиям. Более половины дорог имеют высокую степень износа, как следствие, недостаточную прочность дорожного покрытия, несоответствие параметров дорог интенсивности движения.

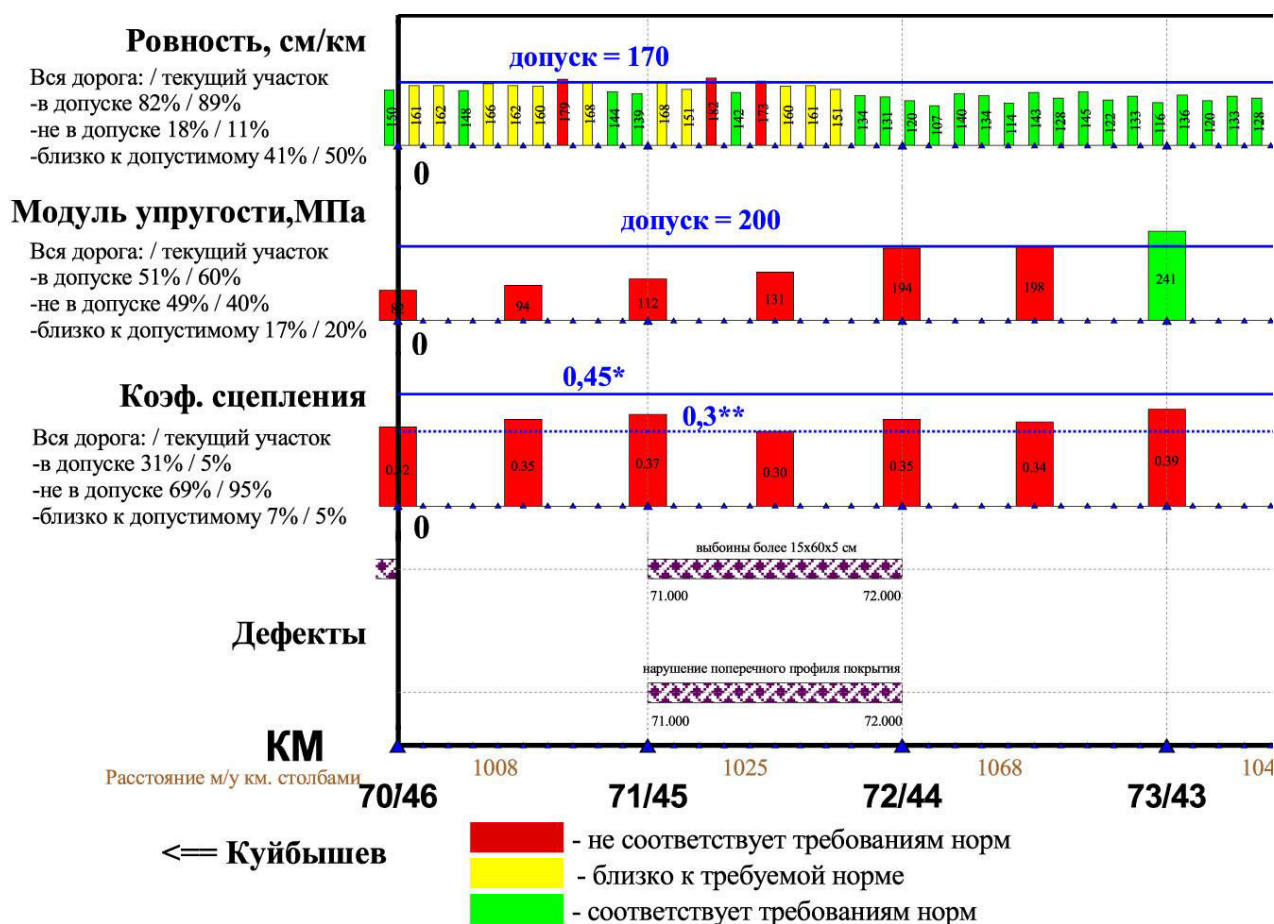


Рис. 1. Фрагмент графического отчёта по проведённой диагностике

На таких дорогах, как:

- «Кочки – Каргат» из 99 км – 75 км не подлежат ремонту, а требуют реконструкции или модернизации;
- «Усть-Сумы – Довольное» из 62,5 км – 59,3 км не подлежат ремонту;
- «Тогучин – Карпысак» из 51,8 км – 46,8 км не подлежат ремонту;
- «Тогучин – Степногутово» 100% утратила себя, как дорога с усовершенствованным типом покрытия (в 2002 году – 77% несоответствия по прочности, в 2005 году 100% несоответствие по прочности).

В табл. 1 приведены несоответствие нормативным показателям по параметрам «прочность» и «сцепление».

По данным паспортизации и диагностики, проведенной НИДЦ СГУПС в 2002 – 2005 годах, и комиссионного обследования работниками Управления, администраций районов, ГИБДД и подрядных организаций году оценено фактическое состояние сети автомобильных дорог Новосибирской области по каждому из видов покрытий (рис. 2).

Таблица 1. Результаты диагностики опорной сети автомобильных дорог
Новосибирской области (выборочно)

№	Наименование дороги	Протяж. , км	Количество километров, не соответствующих нормативным показателям по годам			
			2002 год		2005 год	
			прочност ь	сцепление	прочнос ть	сцепле ние
1	К-17р «Новосибирск – Кочки – Павлодар» (в пределах РФ)	371,7	22	116	24	11
2	Н-1006 «387км а/д «К-17р» – Калачи – Октябрьское – гр. Казахстана»	34	4	20	1	
3	К-01 «967км а/д «Байкал» – Купино – Карасук»	101	70	4	65	
4	К-19р «Новосибирск – Л. Кузнецкий» (в границах НСО)	135,4	29	13	24	3
5	К-04 «Куйбышев – Северное»	115,2	52	46	48	4
6	К-14 «105км а/д «Чуйский тракт» – Сузун»	86	15	64	15	
7	К-15 «Черепаново – Маслянино»	58	8	39	5	
8	К-12 «Колывань – Изовка»	24			15	17
9	Н-2601 «Тогучин – Степногутово»	59	46		59	16
	ИТОГО	984,3	246	302	256	51

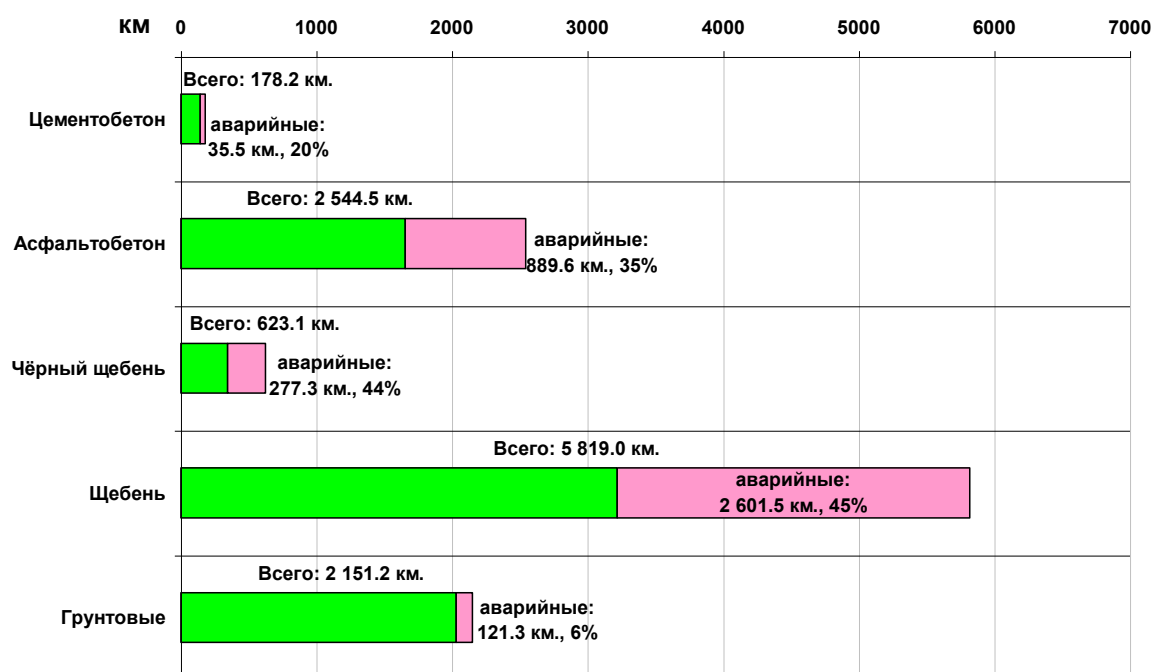


Рис. 2. Состояние сети автомобильных дорог Новосибирской области

Примечание: аварийное состояние – большое разрушение покрытия, просадки, волнообразование, пучинообразование, колейность. Для грунтовых дорог под аварийным понимается состояние полного разрушения дороги.

Естественно, такое критическое положение заставляет более эффективно использовать финансовые ресурсы и направлять их на наиболее уязвимые объекты. Например, недостаточная прочность дорожного покрытия может привести к полному разрушению дорог, особенно в весенний период. При этом уже недостаточно данных о фактическом состоянии автомобильных дорог, необходимо прогнозировать поведение объекта на краткосрочный и долгосрочный период и в соответствии с ними планировать ремонтные мероприятия.

Очевидно, что такие данные могут быть получены только в результате регулярного мониторинга дорог и дорожных объектов. В ОГУ ТУАД Новосибирской области в настоящее время создана база данных по основным диагностическим параметрам автомобильных дорог (табл. 2) и автоматизированная система по планированию состояния дорожных объектов по интегральному показателю – ровности (рис. 3). Это позволило проанализировать динамику изменения диагностических параметров в графическом виде (рис. 4).

Таблица 2. Пример базы данных по показателю «ровность» на автомобильной дороге К-19р «Новосибирск – Ленинск-Кузнецкий»

Пикет	Точное значение	Дата съемки		Ровность		Разность
		2002 г.	2005 г.	2002 г.	2005 г.	
120.4	120094.6	08.05.2002	12.05.2005	74	97	-23
120.5	120193.5	08.05.2002	12.05.2005	71	87	-16
120.6	120292.4	08.05.2002	12.05.2005	184	110	74
120.7	120391.3	08.05.2002	12.05.2005	165	215	-50
120.8	120490.2	08.05.2002	12.05.2005	164	208	-44
120.9	120589.1	08.05.2002	12.05.2005	187	284	-97
121	120688.0	08.05.2002	12.05.2005	187	285	-98
121.1	120784.6	08.05.2002	12.05.2005	177	244	-67
121.2	120881.2	08.05.2002	12.05.2005	210	295	-85
121.3	120977.8	08.05.2002	12.05.2005	207	341	-134
121.4	121074.4	08.05.2002	12.05.2005	200	277	-77
121.5	121171.0	08.05.2002	12.05.2005	163	306	-143
121.6	121267.6	08.05.2002	12.05.2005	153	250	-97
121.7	121364.2	08.05.2002	12.05.2005	138	239	-101
121.8	121460.8	08.05.2002	12.05.2005	108	166	-58

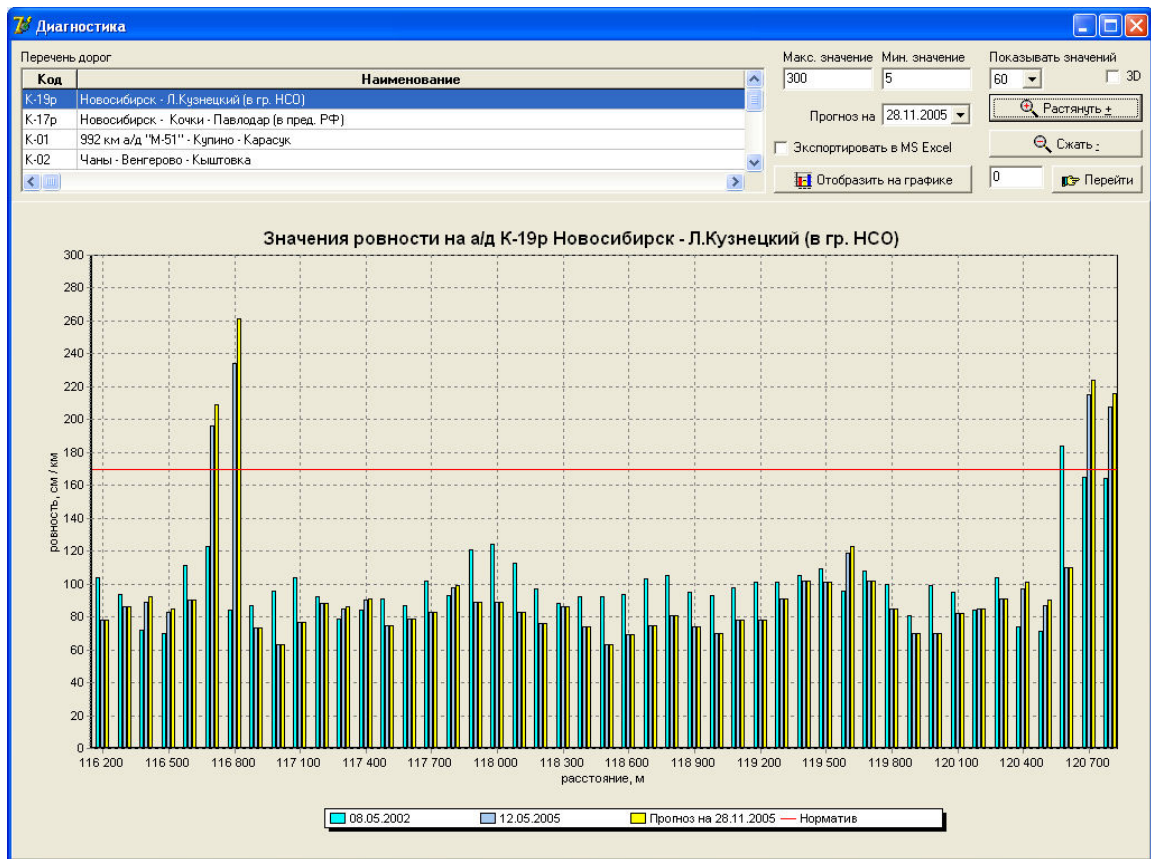


Рис. 3. Внешний вид автоматизированной системы по планированию состояния дорожных объектов

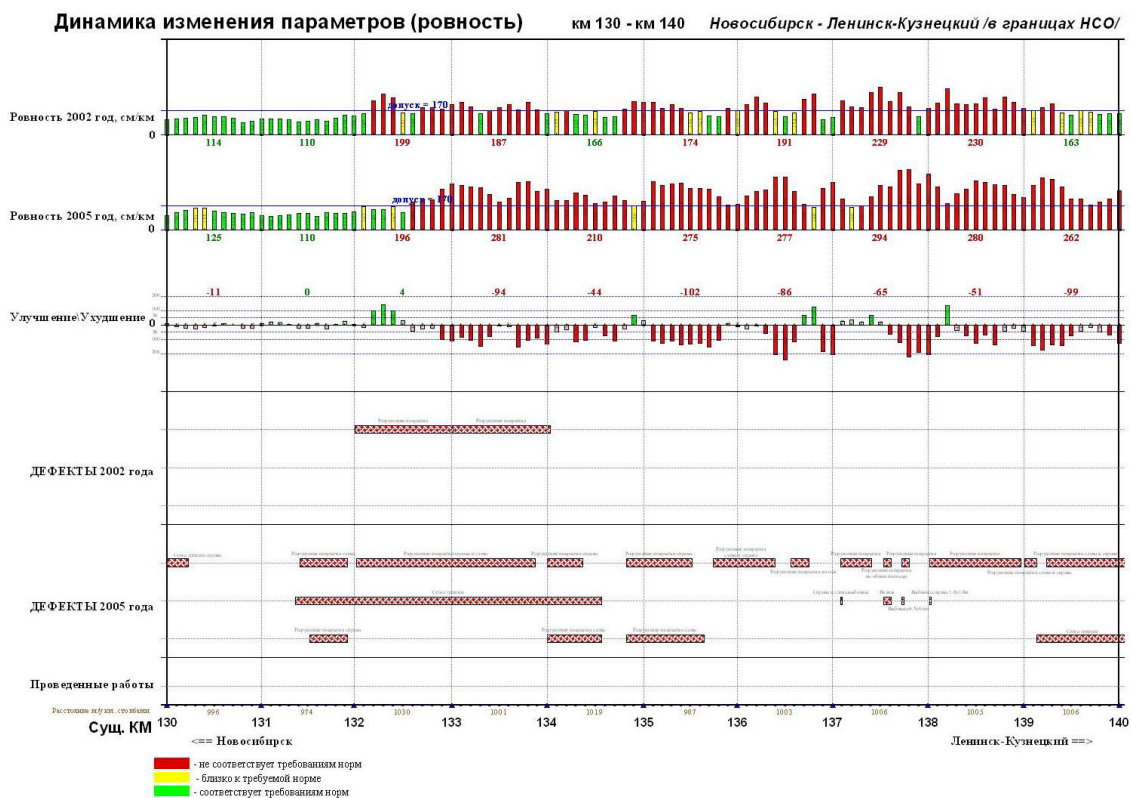


Рис. 4. Пример графического отчета по результатам мониторинга диагностических параметров автомобильных дорог (ровность)

На рис. 4 видно развитие дефектов дорожного покрытия с течением времени.

Полученные данные использованы при планировании ремонтных работ, составления краткосрочных и долгосрочных программ развития дорожной сети и аналитических материалов.

© М.Ю. Буланов, 2006

УКД 625.7

М.Ю. Буланов, А.В. Конкин

ОГУ ТУАД Новосибирской области, Новосибирск

В.В. Щербаков, М.Н. Барсук

СГУПС, Новосибирск

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕМОНТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS

Проблема планирования ремонта и эксплуатационной работы одна из наиболее актуальных задач в системе управления, особенно при ограниченных финансовых ресурсах. Качественное планирование может быть выполнено при наличии достоверной информации о техническом состоянии дорог и динамике их изменения. Сложившаяся практика получения исходной информации сводится к весеннему комиссионному обследованию автомобильных дорог или проведению линейной диагностики по основным параметрам – ровность, коэффициент сцепления и модуль упругости. В соответствии с существующими нормативными документами оценка технического состояния выполняется по определению соответствия технических параметров дороги допустимым требованиям. При несоответствии состояния дорог нормативным требованиям назначаются ремонтные работы или мероприятия по приведению их состояния в соответствие с техническими требованиями. Как правило, объем финансирования значительно меньше планируемых объемов ремонтных работ, поэтому необходимо дополнительно к получаемым сведениям знать динамику ухудшения состояния дорог. Эти сведения являются определяющими при оценке приоритетов ремонтных работ.

Областное государственное учреждение «Территориальное управление автомобильных дорог Новосибирской области» совместно со СГУПС разработали систему диагностики автомобильных дорог, позволяющую получать максимально объективную информацию о текущем состоянии дорог и динамике изменения диагностических параметров. Система контроля основана на проведении мониторинга по параметру ровность. Этот параметр дороги является интегральным показателем, характеризующим техническое состояние земляного полотна, дорожных одежд и покрытия, косвенно или напрямую влияющих на ровность.

Технология проведения мониторинга заключается в определении с определенной периодичностью ровности, обеспечения единства измерений, сравнении текущих данных с ранее полученными результатами, определении соответствия текущих данных на момент измерений требованиям нормативных документов и оценке динамики изменения параметров. Нормативные документы по проведению диагностики автомобильных дорог, действующие в настоящее время, не предусматривают проведение мониторинга в режиме мониторинга. Так, в ОДН 218.004 только рекомендуется проводить диагностику в режиме мониторинга, при этом нет каких-либо рекомендаций или методик по выполнению таких работ. Поэтому нормативная база не соответствует современным требованиям, предъявляемым к объему и качеству диагностической информации. И особенно очевидны недостатки нормативной и методической базы, если проанализировать состав работ по диагностике. Так, полевые работы по диагностике выполняются ежегодно по всей сети дорог, т. е. по всем дорогам имеется информация о техническом состоянии за несколько лет, а это не менее 70% затрат на диагностику в целом. Получить динамику изменения состояния по имеющейся в базе данных информации нельзя. Это связано с обеспечением единства измерений в диагностике. Для обеспечения единства измерений необходимо принципиально изменить методику проведения полевых работ и обработки данных. Основной целью обеспечения единства измерений является создание условий для сравнения параметров, полученных в разное время с использованием различных измерительных средств. Условия обеспечения единства измерений обусловлены требованиями к точности, надежности и однозначности получения данных.

Точность получения изменения параметров зависит от величины динамики изменения параметров, которая в среднем по параметру ровность составляет 2%, при этом максимальные значения на некоторых участках достигают 50%. Вторым фактором, влияющим на точность определения изменений, является погрешность линейной привязки измеряемой ровности в каждый момент времени. Эти два фактора являются основными и принципиальными при разработке технологии мониторинга и получения динамики изменения параметров. Так, при проведении традиционной диагностики достаточно получить параметр ровности и сравнить его значение на каждом километре с нормативным значением, при этом погрешность определения ровности составляет 5% (соответствует паспортным данным дорожных передвижных лабораторий). Эти требования выполняются при выполнении поверок. Линейная привязка также не оказывает существенного влияния на оценку соответствия диагностических параметров нормативным требованиям, так как ровность является интегральным показателем и погрешность определения линейной координаты (ошибка измерения расстояния) на величину даже на 1%, не оказывает существенного значения на достоверность оценки.

Требования к линейной привязке и другой исходной информации для получения данных о динамике изменения ровности, например, за один год принципиально отличается от традиционных. Для получения динамики изменения параметра ровность, необходимо сравнить результаты из двух

измерений. Для получения объективной и надежной информации отрезки, на которых сравниваются параметры, должны быть минимальными. Это позволяет получить данные об изменении состояния на локальных участках, что способствует объективной оценке причин изменения. Диагностические приборы имеют погрешность в пределах 5% от величины параметра, при сравнении результатов измерений из нескольких или двух циклов наблюдений величина разности этих параметров будет превышать величину динамики изменения параметров (2%), поэтому для обеспечения единства измерений выполняется корректировка данных по формуле:

$$P'_i = K_i \cdot P_i ,$$

где P'_i – значение ровности исправленное;

P_i – значение ровности, измеренное на текущий момент времени;

$$K = \frac{\bar{P}_i}{\bar{P}_{i-1}};$$

K – масштабный коэффициент;

$\bar{P}_i$ – математическое ожидание ровности на текущий момент времени;

$\bar{P}_{i-1}$ – математическое ожидание ровности, полученное из предыдущих измерений

При диапазоне изменения ровности от 50 см/км до 500 см/км, т. е. от 5см/100метров до 50см/100метров, требования к привязке определяются, исходя из величин реальных изменений параметров дорог. Допустимое значение линейной привязки можно рассчитать по формуле:

$$\Delta_{S(\partial on)} = \frac{\Delta_{P(\partial on)}}{\varepsilon_P};$$

где $\Delta_{S(\partial on)}$ – допустимое значение погрешности линейной привязки;

ε_P – скорость изменения приращения ровности.

Обеспечить такие требования с применением традиционных технологии в диагностике автомобильных дорог нельзя. Поэтому для обеспечения единства измерений использованы геодезические методы линейной привязки результатов измерения ровности.

Диагностика выполняется следующим образом. До выполнения диагностических измерений с использованием спутниковой аппаратуры позиционирования выполняется съемка координат, при этом координируются все километровые знаки. По результатам съемки определяются расстояния между смежными километровыми знаками. На втором этапе выполняется непосредственно диагностические работы по определению ровности, при этом местоположение каждого километрового знака также фиксируется. Таким образом, линейные координаты, полученные измерительной системой дорожной передвижной лаборатории и спутниковой аппаратуры позиционирования, через реперные (узловые) точки приводятся в единую

систему линейных координат. При этом эталонной является система линейных координат, полученная с использованием GPS. В дальнейшем все циклы измерений, выполненные диагностическими лабораториями в течение нескольких лет, имеют линейную привязку в системе линейных координат полученной GPS. Опыт показывает, что погрешность линейной привязки результатов измерений при использовании реперных точек не превышает 0.1%. Кроме привязки эксплуатационных параметров, данные GPS используются для оценки геометрических параметров, таких как расстояние видимости, характеристики кривых, продольный профиль и т. д. Следующим, третьим этапом является обработка данных. Особенность обработки данных заключается в приведении результатов измерений к единой шкале размерности ровности и единой системе линейных координат, через коэффициенты и оптимизацию длин отрезков для сравнения данных и получения динамики изменения параметров.

С 2002 года по 2005 год выполнена диагностика опорной сети автомобильных дорог Новосибирской области в объеме 1300 км. Анализ полученных данных показывает, что установленные нормативные сроки эксплуатации автомобильных дорог не соответствуют фактическому состоянию дорог, поэтому планирование ремонтных работ по нормативным показателям не позволит оптимально и эффективно использовать финансовые ресурсы. Перспективное планирование содержания и ремонта автомобильных дорог с использованием текущего состояния и динамики изменения интегрального параметра ровность позволяет при минимальных дополнительных затратах максимально эффективно сохранять сеть автомобильных дорог. Вопросы, связанные с перспективным планированием по результатам мониторинга, являются темой отдельного исследования. И в данной работе не рассматриваются. Необходимо только отметить, что экономический эффект по Новосибирской области составит не менее 50 миллионов рублей в год.

© М.Ю. Буланов, В.В. Щербаков, А.В. Конкин, М.Н. Барсук, 2006

УДК 006.015.5

Л.А. Зверев

СГГА, Новосибирск

УНИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА КАЧЕСТВА

В ряде публикаций продемонстрированы теории и подходы, определяющие оптимальную точность, конкурентоспособность, надежность производственных систем и их вероятностные величины (Огвоздин, 1999) [1], (Окороков, 1972), (Сухарев, Ставровский, 1987), (Аугусти и др. 1988). В системах рассматриваются один и/или несколько факторов и аспектов с учетом специализации.

Данный вопрос рассмотрен автором после обобщения материалов о точности, надежности, классности, конкурентоспособности, доверительности и составлен аналитический обзор о "качестве" комплексной системы, при решении которой возникают те или иные отказы, а далее ущербы и их последствия (экономические, технические, экологические и др.)

Такого рода подход перспективен с нескольких точек зрения.

Во-первых, он дает возможность учесть все аспекты, влияющие на применяемую унифицированную систему или просто проектируемый объект (проект).

Во-вторых, такой подход позволяет конкретизировать известные представления об истинной необходимости и допустимости осуществления рассматриваемой системы или объекта.

В-третьих, совместный анализ факторов и аспектов качества открывает путь для более надежного обоснования расчета ожидаемых отказов, ущербов и последствий и, в конечном счете, ожидаемого положительного эффекта. Изложенные выше соображения легли в основу схемы качественной оценки унифицированных систем (рис. 1).

Некоторые комментарии к схеме:

- Большинство рассматриваемых факторов и аспектов, влияющих на качество, не вызывают сомнений и принимаются (участвуют) при любой разработке унифицированных систем (проектировании);

- Некоторые аспекты вообще могут не участвовать в разработке, а некоторые, также как события неопределенного характера, случайные, непредвиденные (стихийные бедствия, террористические, источники неопределенностей и факторы риска и др.), должны предусматриваться в расчетах ожидаемого эффекта;

- Совместный анализ всех аспектов показывает, что большинство их занимают конкретные места в схеме, однако некоторые, к примеру, – экономические – обслуживают почти все факторы качественной оценки системы (планирование, бухгалтерский учет и др.).

Согласно рис. 1, логично дать описание конкретных решений и подходов, которые используются в практике контроля, координации, сертификации в вопросах ответственности, опираясь на имеющийся опыт и методические разработки видов деятельности и природных факторов. Можно определить воздействие тех групп ситуаций, при которых реагирование должно быть различным

в зависимости от обстоятельств, т. е. с каким воздействием имеем дело – с контролируемым или случайным. В настоящее время используется методология,

в основе которой лежит концепция опасности и риска. Обозначив их терминами "опасность" и "риск" и, обратив внимание на схематические отображения подсистем (рис. 2), можно заключить, что данные события давно и успешно предусматриваются во многих отраслях науки и практики для устранения повреждений и ущербов (Рэмсей, Грант, 1992) [5]. Главное достоинство

практических решений этих концепций состоит в том, что она позволяет снять многие проявления неопределенности и субъективности, так как точная количественная оценка конкретной ситуации и риска делается на основе математического анализа. Это открывает путь для принятия обоснованных решений и мероприятий в различных отраслях народного хозяйства.



О Ж И Д А Е М Ы Й Э Ф Ф Е К Т

Рис. 1. Схема качественной оценки унифицированной системы



Рис. 2. Схема анализа и ограничения риска воздействия нефтегазовых промыслов на окружающую среду

Организационно-экономический механизм реализации объекта (проекта), сопряженного с риском, должен включать специфические элементы, позволяющие снизить риск или уменьшить связанные с ним неблагоприятные последствия, т. е. — дополнительные затраты, обусловленные отказом унифицированной системы или элементов, что является ущербом качества (точность, надежность, конкурентоспособность и т. п.)

Прямой ущерб, обусловленный внеплановыми ремонтами, а также ревизиями отказавшего оборудования или его восстановлением;

Основной ущерб, обусловленный недовыработкой продукции (невыполнение заданных функций);

Дополнительный ущерб, вызванный браком продукции, а также вынужденным изменением режима работы остальных элементов;

Косвенный ущерб, причиняемый народному хозяйству недоиспользованием основных и оборотных материальных фондов предприятий – потребителей продукции;

Суммарный ущерб, вызываемый авариями, стихийными бедствиями, терроризмом и др. составляющие.

Перечисление составляющих ущерба показывает, что количественно определять его крайне затруднительно, а часть вообще невозможно, особенно это касается подсчета ущерба, нанесенного экологии, а также ущерба потребителям продукции. Кроме того, большие сложности в подсчете ущерба вносит неопределенность в области цен в настоящее время.

Понятие "качество" включает в себя свойство систем или объектов сохранять во времени в установленных пределах (нормы доходности, срок окупаемости и т. д.) значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения. Для качественной оценки «качества» используются различные вероятностные характеристики и параметры. Наиболее универсальной характеристикой "качества" является вероятность безотказной работы системы в заданный интервал времени. Основное назначение количественных характеристик, это сравнение и выбор проектных решений и решений системы. Если в сравниваемых решениях соблюдено равенство по всем экономическим показателям, кроме одного, то, очевидно сравнение вариантов можно производить по этому показателю. Для определения рационального уровня качества требуется соизмерить средства, направленные на увеличение качества, с получаемым экономическим эффектом. Следовательно, проблема качества – есть проблема экономическая.

Согласно методическим рекомендациям по оценке эффективности [6] ожидаемый интегральный эффект рекомендуется рассчитывать по формуле математического ожидания:

$$\mathcal{E}_{\text{ож}} = \lambda \times \mathcal{E}_{\text{max}} + (1 + \lambda)^x \mathcal{E}_{\text{min}},$$

где $\mathcal{E}_{\text{max}}$, $\mathcal{E}_{\text{min}}$ – наибольшее и наименьшее из математических ожиданий интегрального эффекта по допустимым вероятностным распределениям;

λ – специальный норматив для учета неопределенностей эффекта.

В заключение необходимо отметить очевидное, что предлагаемая унифицированная система качества предусматривает при проектировании объекта промышленности (проект) систему «тотального управления качеством» с учетом международных стандартов ИСО 9000 внутри предприятия (факты, аспекты в схеме рис.1), а главным образом, учитывает активную жизнедеятельность предприятия в финансовом и экономическом плане даже после возникновения суммарных ущербов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Огвоздин, В.Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: учебное пособие / В.Ю. Огвоздин. – М.: Дело и сервис» 1999. – 160 с.
2. Огороков, В.Р. Надежность производственных систем / В.Р. Огороков. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1972.
3. Сухарев, М.Г. Резервирование систем магистральных трубопроводов / М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставропольский. – М.: Наука, 1987.
4. Аугусти, Н. Вероятностные методы в строительном проектировании (Англия) / Н. Аугусти, А. Баратта, Ф. Кашиати. – М., Стройиздат, 1988.
5. Рэмсей, С.Г. Риск и опасность. Нефть и окружающая среда Северного моря: Разработка запасов нефти и газа, воздействие на окружающую среду и реакция от воздействия на нее / С.Г. Рэмсей, Грант С. – Лондон – Нью-Йорк: Приклад. наука, 1992.
6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. – М., 1994.

© Л.А. Зверев, 2006

УДК 528.4

А.М. Олейник

ТюмГНГУ, Тюмень

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ И ЦЕЛЕЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Для выяснения, что собой представляет инженерный объект, как изменяется во времени, его необходимо структурировать путем расчленения на подсистемы, компоненты, элементы с взаимосвязями, которые могут носить различный характер. Один и тот же инженерный объект может быть представлен разными структурами в зависимости от стадии исследования, от знания объекта, опыта и квалификации лиц, формирующих структуру, аспекта рассмотрения и цели.

Рассмотрим иерархическую структуру инженерного объекта для цели оценки технического состояния по геодезическим данным, которая помогает раскрыть неопределенность его как сложной системы и в тоже время является средством познания данного объекта.

Основными уровнями методики структуризации функций и целей для инженерного объекта, рассматриваемого в качестве системы как отражение наблюдателем конечного множества функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного интервала времени будут являться (рис. 1):

$$S \equiv \langle A, R, Z, SR, \Delta T, N \rangle,$$

где A – множество элементов ($A = \{a_i\}$);

R – связи (отношения) между элементами ($R = \{r_{ij}\}$);

Z – цель, совокупность или структура целей ($Z = \{z_{ij}\}$);

SR – среда;

ΔT – интервал времени;

N – наблюдатель, т. е. лицо представляющее объект или процесс в виде системы при их исследовании при принятии решения.

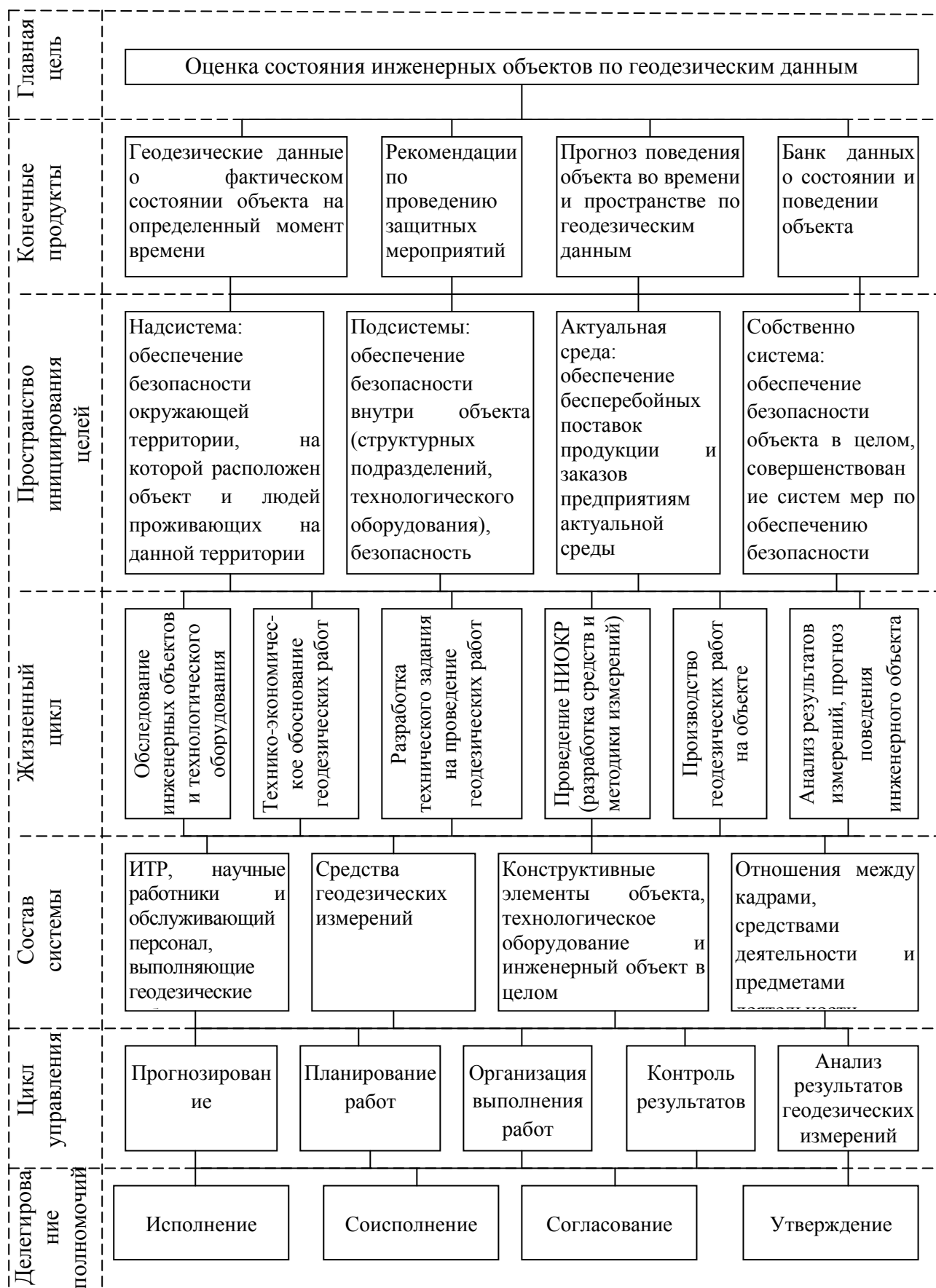


Рис. 1. Уровни структуризации функций и целей геодезического контроля

Уровень 1. Формирование основной (глобальной, обобщенной) цели системы – «Оценка состояния инженерных объектов по геодезическим данным».

Для уточнения формулировки обобщенной цели и ее детализации необходимо применять методики структуризации, анализировать варианты структур целей и функций, выбирать из них наиболее значимые для конкретного периода функционирования системы. Формирование и структуризация цели на верхнем уровне «дерева целей» для решения проблемы безопасности инженерных объектов приведены на рис. 2 [1].



Рис. 2. Структуризация на верхнем уровне «дерева целей»

Уровень 2. Декомпозиция по признаку «виды конечного продукта». Определяется перечень отчетных документов и в каком виде будет представлена информация геодезического контроля:

- Данные о фактическом состоянии объекта на определенный момент времени;
- Рекомендации по проведению защитных мероприятий;
- Прогнозы поведения объекта во времени и пространстве;
- Создание банка геодезических данных.

Уровень 3. Декомпозиция по признаку «пространство инициирования целей» (рис. 3). Определяются подцели исследуемой системы, иницируемые требованиями и потребностями окружающей среды. Из этого следует, что система не изолирована от других систем, она связана множеством коммуникаций со средой, представляющей собой, в свою очередь, сложное образование, содержащее:

- Надсистему или вышестоящие системы, формулирующие главные требования к конечным результатам;
- Нижестоящие или подведомственные системы, выступают с требованиями ограничений конечной информации и ее потребностей;
- Существенную или актуальную среду, т. е. системы, которые имеют непосредственное отношение к получению информации исследуемых (наблюдаемых) объектов;

– Исследуемая собственно система, подцели которой формируются собственными потребностями, а также трансформирующимися в требования к конечной информации.

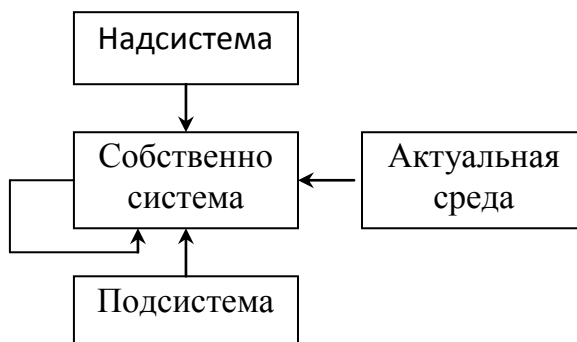


Рис. 3. Декомпозиция пространства инициирования целей

Уровень 4. Декомпозиция по признаку «жизненный цикл». Определяются различные подэтапы получения конечной информации о состоянии объекта в зависимости от ее вида. С данного уровня декомпозиции термин «цель» можно заменить на термин «функция» и «дерево целей» перерастает в «дерево функций».

Уровень 5. Декомпозиция по основным элементам (составу) (рис. 4). Формируются функции из потребностей основных элементов: кадры, предмет деятельности, средства деятельности [2].

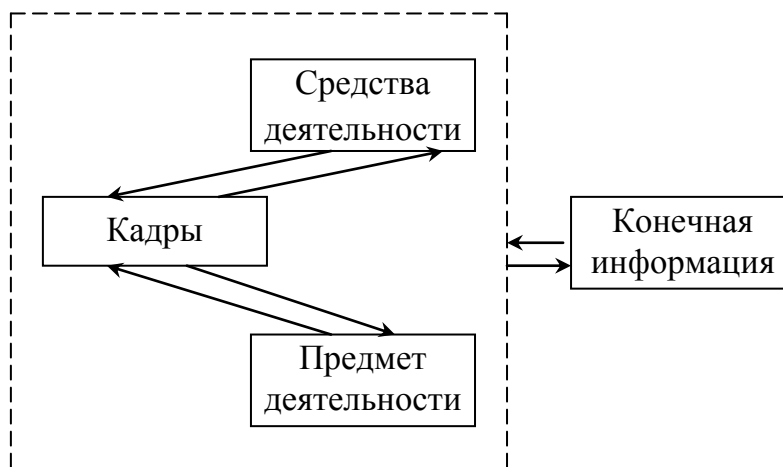


Рис. 4. Декомпозиция по основным элементам

Уровень 6. Декомпозиция по признаку «управленческий цикл». На данном уровне можно выделить следующие подэтапы:

- Прогнозирование;
- Планирование выполнения геодезических работ;
- Организация выполнения работ;
- Контроль геодезических данных;

- Анализ результатов и поведения состояния инженерного объекта.

Уровень 7. Декомпозиция по признаку «делегирование полномочий» (см. рис. 1).

Процесс формирования структуры функций и целей итеративный, требующий уточнения признаков структуризации, изменения их последовательности. По мере проведения работ структура может изменяться.

Рассмотренная методика структуризации является хорошим средством анализа целей и функций при анализе технического состояния инженерных объектов по геодезическим данным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. – М.: Экономика, 1975. – 191 с.
2. Ямпольский В.З. Опыт создания и развития отраслевой автоматизированной системы управления Минвуза РСФСР: обзорн. информ. /В.З. Ямпольский, Н.И. Гвоздев, Л.В. Кочнев и др. – М.: НИИВШ, 1980. – 43 с.

© А.М. Олейник, 2006

УДК 528.3

Б.Н. Дьяков

СПГГИ, Санкт-Петербург

Ю.В. Родионова

СГГА, Новосибирск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАДЁЖНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

При проектировании геодезической сети важнейшими показателями являются плотность пунктов, типы центров и ошибка положения пунктов в наиболее слабом месте сети. Плотность пунктов и ошибка их положения зависят от назначения и класса точности сети; типы центров выбирают в соответствии

с климатическими, почвенными и гидрогеологическими условиями района работ. В настоящее время считается, что этих показателей недостаточно для полной оценки проекта сети; необходимо также учитывать надёжность геодезической сети.

В геодезической литературе к настоящему времени опубликовано достаточно много работ, посвященных вопросам надежности геодезических сетей, и следует отметить, что сам термин "надёжность" употребляется в них в разных значениях.

Так, в работе [1] описываются технические аспекты надёжности: для центров геодезических пунктов – это конструкция, долговечность, удобство подходов, удалённость от района предстоящих работ; для геодезических

приборов – это устойчивость к климатическим и механическим воздействиям, безотказность, ремонтпригодность, точностные и метрологические показатели; для измерительных методик – это научное обоснование, достоверность результатов измерений и так далее. Показателем надёжности измерений "служат независимые промеры в новых условиях: среда, перестановка аппаратуры, смена операторов" [1]. По мнению автора работы [1] "контрольные промеры непосредственно перед обращением к пунктам и координатам существующей сети должны стать нормой геодезических работ".

С других позиций исследуется надёжность геодезических построений в работах W. Baarda, Ю.И. Маркузе, В.А. Вагина, О.С. Разумова и др.; в этих работах оценка надёжности связывается со способностью геодезических построений реагировать на влияние дополнительных факторов – грубых и систематических ошибок измерений, ошибок исходных данных и так далее. При этом по предложению W. Baarda в геодезической сети вычисляют два показателя надёжности: для каждого измерения – показатель внутренней надёжности и для каждого определяемого параметра – показатель внешней надёжности.

Показатель внутренней надёжности, равный значению грубой ошибки, начиная с которого ошибка конкретного измерения уже может быть обнаружена с помощью какого-либо теста, вычисляется по формуле [2]

$$t_i = \frac{\delta \cdot \mu_0}{\sqrt{g_{i,i}} \cdot \sqrt{p_i}}, \quad (1)$$

где δ – параметр нецентральности, зависящий от уровня значимости α и доверительной вероятности β ;

μ_0 – проектное значение средней квадратической ошибки единицы веса;

$g_{i,i}$ – диагональный элемент G -матрицы геодезической сети;

p_i – вес измерения.

Упомянутая G -матрица применяется в теории параметрического МНК-уравнивания и вычисляется по формуле

$$G = E - A \cdot R^{-1} \cdot A^T \cdot P, \quad (2)$$

где E – единичная матрица размером $n \times n$ (n – количество измерений);

A – матрица коэффициентов параметрических уравнений поправок размером $n \times t$ (t – количество неизвестных);

R^{-1} – матрица, обратная матрице коэффициентов нормальных уравнений размером $t \times t$;

P – диагональная матрица весов измерений размером $n \times n$.

Показатели внешней надёжности учитывают влияние невыявленных при уравнивании ошибок измерений на оценки уравненных значений элементов сети; в частности, одной из мер внешней надёжности можно считать "максимальное значение искажения неизвестного x_j , вызванное необнаруженной грубой ошибкой i -го измерения" [3].

Из формулы (1) следует, что для уменьшения значения показателя внутренней надёжности отдельного измерения (что соответствует повышению надёжности сети в целом), нужно либо уменьшить значение проектной ошибки единицы веса μ_0 , либо увеличить соответствующий диагональный элемент G -матрицы $g_{i,i}$. Первый путь нереален, так как класс точности сети уже установлен и изменению не подлежит. Что касается второго варианта, то увеличение диагональных элементов возможно только при увеличении числа избыточных измерений, так как след G -матрицы (сумма её диагональных элементов) равен количеству избыточных измерений в сети.

В работе [4] предложено ввести понятие "параметр надёжности первого порядка P_1 ", который бы показывал, в скольких измерениях из n может быть однозначно обнаружена одна грубая ошибка. Так, в нивелирной сети из [2, стр. 138], параметр надёжности первого порядка равен $5/9$; это означает, что грубая ошибка может быть выявлена однозначно только в пяти измерениях из девяти; в остальных четырёх измерениях это невозможно в принципе.

Проверка показала, что у большинства стандартных геодезических построений значение параметра P_1 колеблется от 0.0 (отдельный нивелирный ход и линейно-угловой ход с координатной привязкой) до 0.5 (прямолинейный разомкнутый линейно-угловой ход с примычными углами в начале и в конце хода), и только у прямоугольной строительной сетки, в каждом прямоугольнике которой измерены все углы и все стороны, параметр P_1 равен единице.

Такая ситуация во многих случаях является нормальной; во-первых, грубые ошибки – явление довольно редкое, и, во-вторых, грубые измерения почти всегда можно повторить. Иное дело, когда геодезическая сеть выполняет функции контроля пространственного положения элементов объекта, то есть, создана для изучения разного рода деформаций и смещений. В этом случае повторные измерения невозможны, и для обнаружения грубых ошибок измерений должны применяться аналитические методы, которые эффективны лишь при параметре надёжности P_1 равном единице. То же самое можно сказать и о съёмочном обосновании тахеометрической съёмки, создаваемом одновременно с выполнением самой съёмки электронным тахеометром.

В нивелирных сетях для нахождения отметки определяемого репера требуется выполнить всего одно измерение превышения между репером с известной отметкой и определяемым репером; для контроля этого измерения нужно дополнительно измерить превышение между другим репером с известной отметкой и данным определяемым репером; если результат сравнения двух измерений окажется неудовлетворительным, то для выделения грубоошибочного измерения и вычисления его ошибки нужно выполнить третье измерение превышения, используя еще один репер с известной отметкой.

Таким образом, в геодезической сети, относящейся к одномерному пространству измерений (пример: нивелирные сети), требуемое количество измерений можно подсчитать по формуле

$$n \geq \frac{3}{2} \cdot t + k_{исх}, \quad (3)$$

где t – количество неизвестных;

$k_{исх}$ – количество исходных пунктов; $k_{исх} \geq 1$.

Формула (3) соответствует правилу: в каждом определяемом репере должны сходиться не менее трёх нивелирных линий, а в каждом исходном репере – не менее двух линий.

В геодезических сетях, относящихся к двумерному пространству измерений, для каждого пункта определяют две координаты, для чего выполняют линейные и угловые измерения. Для нахождения координат одного определяемого пункта нужно иметь один исходный пункт и знать длину и дирекционный угол линии, соединяющей исходный и определяемый пункты, то есть решить одну прямую геодезическую задачу. Для контроля полученных координат определяемого пункта нужно иметь второй исходный пункт и решить вторую прямую задачу. Если расхождение координат будет превышать заданные пределы, то нужно найти третий исходный пункт и ещё раз решить прямую задачу. Чтобы получить дирекционный угол любой из трёх линий, нужно выполнить измерение угла, одной из сторон которого является искомая линия.

Таким образом, в линейно-угловых сетях должно выполняться правило: в каждом определяемом пункте должны сходиться не менее трёх линий, и по каждой линии должны быть выполнены и угловые и линейные измерения; количество исходных пунктов должно быть не менее двух, и в каждом из них должно сходиться не менее двух линий.

Количество измеренных сторон в линейно-угловой сети можно подсчитать по формуле

$$n_S \geq \frac{3}{4} \cdot t + k_{исх}, \quad (4)$$

а количество угловых измерений зависит от вида измерений. При измерении углов их количество в сети можно подсчитать по формуле

$$n_{\beta} \geq t + k_{исх}, \quad (5)$$

а при измерении направлений их общее количество – по формуле

$$n_N \geq \frac{3}{2} \cdot t + 2 \cdot k_{исх}; \quad (6)$$

в формулах (4), (5), (6) t – количество неизвестных, равное удвоенному количеству определяемых пунктов.

Если при проектировании геодезической сети выполнить вышеизложенные требования к ее геометрии, то условие $P_1 = 1$, соответствующее полной геометрической надёжности сети, будет выполняться автоматически, и при тестировании сети на грубые ошибки измерений можно будет обнаружить, вычислить и оценить грубую ошибку любого измерения.

1. Визиров, Ю.В. Понятие надёжности геодезических пунктов и сетей / Ю.В. Визиров // Геодезия и картография. – 2004. – № 8. – С. 11– 14.
2. Маркузе, Ю.И. Основы уравнильных вычислений: учеб. пособие для вузов / Ю.И. Маркузе – М.: Недра, 1990. – 240 с.
3. Маркузе, Ю.И. Геодезия. Вычисление и уравнивание геодезических сетей: справ. пособие / Ю.И. Маркузе, Е.Г. Бойко, В.В. Голубев. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1994. – 431 с.
4. Дьяков, Б.Н. О повышении надёжности некоторых геодезических построений / Б.Н. Дьяков, Ю.В. Родионова // Геопрофи. – 2004. – № 4. – С. 48 – 50.

© Б.Н. Дьяков, Ю.В. Родионова, 2006

УДК 528.541

Е.Л. Соболева

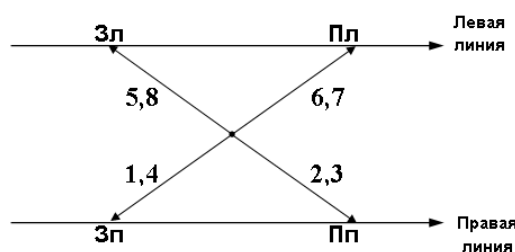
СГГА, Новосибирск

ПРОГРАММЫ НАБЛЮДЕНИЯ НА СТАНЦИИ ПРИ НИВЕЛИРОВАНИИ I КЛАССА ЦИФРОВЫМ НИВЕЛИРОМ

Государственная нивелирная сеть I и II классов является главной высотной основой страны. Она предназначена для распространения единой системы высот на территории всей страны и является высотной основой всех топографических съемок и инженерно-геодезических работ, выполняемых для удовлетворения потребностей экономики, науки и обороны страны. Государственные нивелирные сети I и II классов создаются по специально разработанной технологии, которая включает в себя определенные схемы и программы работы на станции, способы нивелирования, предусматривает определенные приборы и инструменты и устанавливает определенную точность выполнения работ. Нивелирование I класса выполняется с наивысшей точностью, которую можно получить, применяя современные приборы и методы наблюдений, позволяющие наиболее полно исключать систематические ошибки нивелирования. Все работы по созданию государственной нивелирной сети ведутся согласно действующей инструкции по нивелированию I, II, III и IV классов, в которой изложены требования к выполнению данного вида работ.

Существующая технология нивелирования предусматривает применение нивелиров с оптическим микрометром и наблюдение ведется по программе, которая в настоящее время применяется при высокоточном нивелировании. Порядок работы на нечетной станции следующий: $З_о^н П_о^н П_д^н З_д^н$; $З_о^л П_о^л П_д^л З_д^л$; на четной станции – $П_о^н З_о^н З_д^н П_д^н$; $П_о^л З_о^л З_д^л П_д^л$ (рис. 1).

Нечетная станция



Четная станция

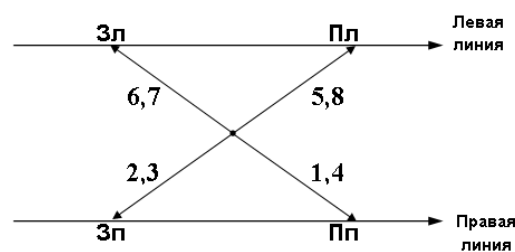


Рис. 1. Последовательность взятия отсчетов по рейкам на станции

Но в настоящее время в геодезическом производстве начали применяться цифровые нивелиры. Это обстоятельство ведет к изменению технологии нивелирования, так как данный вид приборов обладает рядом своих особенностей.

С учетом этого возникает необходимость в совершенствовании технологии высокоточного нивелирования.

Основное отличие комплекта цифрового нивелира от комплекта нивелира с оптическим микрометром состоит в том, что в первом варианте рейки имеют одну шкалу. Это означает, что при нивелировании I класса по правой и левой линиям нивелирования с использованием существующей методики можно измерить только по одному превышению, а при нивелировании II класса вообще одно превышение. Кроме того, для применения той или иной программы наблюдений с применением цифровых нивелиров необходимо выполнить анализ основных источников ошибок измерений. К таким ошибкам относятся ошибки нивелирования, связанные с перемещением штатива и изменением угла i при работе на станции.

Поэтому возникает необходимость в разработке таких программ наблюдений, которые позволят получить контрольные разности d в обычном их виде,

а также будут компенсировать основные ошибки нивелирования, главным образом ошибки, вызванные перемещением штатива и костылей.

В работах [1,2] были рассмотрены вопросы выполнения государственного и инженерно-геодезического нивелирования цифровыми нивелирами. Авторами работы [1] приводятся программы наблюдения для нивелирования I, II классов с использованием цифровых нивелиров.

Рассмотрим наиболее удачные, на наш взгляд, программы С и D для нивелирования I класса, приведенные в работе [1].

Последовательность взятия отсчетов по программе С представлена в табл. 1.

Таблица 1

Программа наблюдений	Станция	Последовательность наблюдения реек на станции			
		Прямой ход		Обратный ход	
		Правая линия	Левая линия	Правая линия	Левая линия
С	Нечетная	З _к , П _к , П _к ', З _к '	З _к , П _к , П _к ', З _к '	П _к , З _к , З _к ', П _к '	П _к , З _к , З _к ', П _к '
	Четная	П _к , З _к , З _к ', П _к '	П _к , З _к , З _к ', П _к '	З _к , П _к , П _к ', З _к '	З _к , П _к , П _к ', З _к '

При использовании данной программы наблюдения на станции выполняются отдельно для правой и левой линий нивелирования при двух горизонтах прибора, причем изменение горизонта необходимо производить

подъемными винтами нивелира для того, чтобы избежать повторного перемещения штатива. Порядок работы на нечетной станции следующий: $З_п П_п$ смена горизонта $П_п'З_п'$; $З_л П_л$ смена горизонта $П_л'З_л'$ (рис. 2,а); на четной станции – $П_пЗ_п$ смена горизонта $З_п'П_п'$; $П_лЗ_л$ смена горизонта $З_л'П_л'$ (рис. 2,б).

Ниже рассмотрим другую программу наблюдения для высокоточного нивелирования I класса с применением цифровых нивелиров.

Последовательность взятия отсчетов по программе D представлена в табл. 2.



Рис. 2. Порядок отсчитывания по рейкам с применением цифровых нивелиров и программы наблюдений С

Таблица 2

Программа наблюдений	Станция	Последовательность наблюдения реек на станции			
		Прямой ход		Обратный ход	
		Правая линия	Левая линия	Правая линия	Левая линия
D	Нечетная	$(З_к, П_к)_1,$	$(П_к, З_к)_2,$	$(П_к, З_к)_1,$	$(З_к, П_к)_2,$
		$(П_к, З_к)_4$	$(З_к, П_к)_3$	$(З_к, П_к)_4$	$(П_к, З_к)_3$
	Четная	$(П_к, З_к)_1,$	$(З_к, П_к)_2,$	$(З_к, П_к)_1,$	$(П_к, З_к)_2,$
		$(З_к, П_к)_4$	$(П_к, З_к)_3$	$(П_к, З_к)_4$	$(З_к, П_к)_3$

При использовании программы наблюдения D отсчеты по рейкам в прямом ходе на нечетной станции производятся против хода часовой стрелки (рис. 3,а), затем меняется высота инструмента и отсчеты производятся по ходу часовой стрелки (рис. 3,б).



Рис. 3. Порядок отсчитывания по рейкам на нечетной станции с применением цифровых нивелиров и программы наблюдений D

Используя разработанные нами программы наблюдения, можно получить по правой и по левой линиям по 2 превышения и тем самым получить контроль на станции. К тому же предлагаемые нами программы наблюдения полностью симметричны, поэтому главные ошибки высокоточного нивелирования будут компенсироваться.

Известно, что при выполнении высокоточного нивелирования I, II классов основными источниками ошибок являются перемещение костылей и штатива. В любых видах грунтов положение штатива будет изменяться по высоте при взятии отсчетов по рейкам и при перемещении наблюдателя вокруг штатива. Ошибка, вызванная перемещением штатива, носит систематический характер на протяжении всего хода. При использовании данных программ наблюдений ошибки, вызванные перемещением штатива, будут компенсироваться как на станции, так и на паре станций [3].

Другим основным источником ошибок высокоточного нивелирования является изменение угла i во время работы на станции. С изменением температуры воздуха угол i нивелира может увеличиваться или уменьшаться, что приводит к погрешностям в отсчетах по рейкам. Разработанные нами программы наблюдений компенсируют также ошибки, вызванные изменением угла i [3].

Таким образом, разработанные нами программы наблюдения отвечают всем требованиям, необходимым для производства высокоточного нивелирования I класса с применением цифровых нивелиров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уставич Г.А., Шаульский В.Ф., Винокурова О.И. Разработка и совершенствование технологии государственного нивелирования I, II, III и IV классов // Геодезия и картография. – 2003. – № 7. – С. 10 – 15; – № 8. – С. 5 – 11.
2. Уставич Г.А., Демин С.В., Шалыгина Е.Л., Пошивайло Я.Г. Разработка и совершенствование технологии инженерно-геодезического нивелирования // Геодезия и картография. – 2004. – № 7. – С. 6 – 13.
3. Шалыгина Е.Л. Влияние перемещения штатива и изменения угла i на результаты высокоточного нивелирования цифровыми нивелирами // Геодезия и картография. – 2005. – № 5. – С. 15 – 17.

© Е.Л. Соболева, 2006

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАБЛЮДАТЕЛЯ НА ПОЛОЖЕНИЕ ШТАТИВА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫСОКОТОЧНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫМИ НИВЕЛИРАМИ

Известно, что при выполнении высокоточного нивелирования основным источником ошибок является перемещение костылей и штатива, которое происходит под действием тяжести собственного веса штатива. Также перемещение зависит от видов и свойств грунта, в который вдавливаются ножки штатива при выполнении нивелирования. Однако перемещение штатива еще вызывается и весом наблюдателя в процессе перемещения его вокруг нивелира при взятии отсчетов по рейкам.

В работе [1] проведены исследования данного рода перемещений штатива с использованием индикаторов часового типа, в результате которых было установлено, что величина перемещения может достигать 0,05 мм. Это обстоятельство ведет к получению недопустимых величин невязок при выполнении высокоточного нивелирования.

Цифровые нивелиры имеют точность отсчитывания по рейке примерно 0,01 – 0,02 мм, причем интервал между взятиями отсчетов составляет 2 – 3 секунды, поэтому существует возможность исследования влияния перемещения наблюдателя вокруг штатива на отсчеты по рейке. Подобное исследование приведено в работе [2], в результате которого было установлено, что вес наблюдателя приводит к значительному изменению положения штатива при выполнении нивелирования с применением не только цифровых нивелиров, но и нивелиров с оптическим микрометром.

При выполнении высокоточного нивелирования могут использоваться различные программы наблюдения на станции, которые отличаются друг от друга разной последовательностью взятия отсчетов, как по правой и левой линиям нивелирования, так и по задней и передней рейкам. Поэтому наблюдатель в процессе взятия отсчетов совершает несколько перемещений вокруг штатива, в зависимости от выбранной программы наблюдений. Следует полагать, что чем меньше перемещений вокруг штатива будет произведено наблюдателем, тем больше вероятность получения правильных результатов нивелирования. В связи с этим возникает задача исследования некоторых программ наблюдения на станции, с целью определения программы наблюдения, содержащей наименьшее количество перемещений наблюдателя вокруг штатива. Рассмотрим некоторые программы наблюдения, которые могут применяться при высокоточном нивелировании с использованием цифровых нивелиров.

Программа наблюдений I.

Порядок взятия отсчетов по этой программе в прямом ходе на нечетной станции следующий: по ходу часовой стрелки $З^п$ $З^л$ $П^л$ $П^п$, затем против хода часовой стрелки $П^п$ $П^л$ $З^л$ $З^п$; на четной станции – против хода часовой стрелки $П^п$ $П^л$ $З^л$ $З^п$, по ходу часовой стрелки $З^п$ $З^л$ $П^л$ $П^п$ (рис. 1).

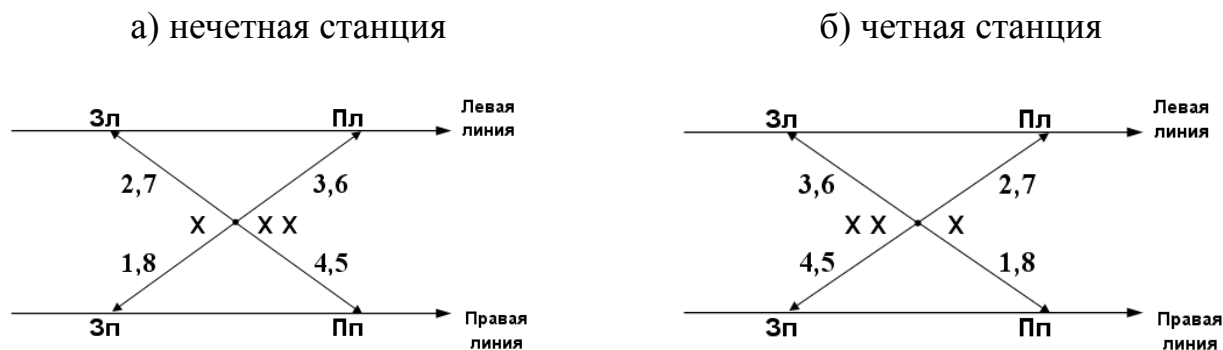


Рис. 1. Порядок взятия отсчетов на станции по программе наблюдения I:
X – положение наблюдателя и количество перемещений наблюдателя вокруг штатива

Рассмотрим, сколько перемещений вокруг штатива придется сделать наблюдателю при взятии отсчетов по данной программе наблюдений.

Сначала наблюдатель наводится на заднюю рейку правой линии нивелирования и производит отсчет по рейке $З^п$. Затем наблюдатель, оставаясь на месте, производит отсчет по задней рейке левой линии нивелирования $З^л$. Далее наблюдатель перемещается на противоположную сторону штатива и снимает отсчет по передней рейке левой линии нивелирования $П^л$, а затем по передней рейке правой линии нивелирования $П^п$. Далее, не сходя с места, производится повторный отсчет по передней рейке правой линии нивелирования $П^п$, затем по передней рейке левой линии нивелирования $П^л$. После этого наблюдатель переходит на другую сторону штатива и снимает отсчет по задней рейке левой линии нивелирования $З^л$, затем по задней рейке правой линии нивелирования $З^п$. В итоге, применяя данную программу наблюдений, наблюдатель произведет три перехода вокруг штатива на нечетной станции. Аналогичная ситуация имеет место при взятии отсчетов по рейкам на четной станции (рис. 1).

Программа наблюдений II.

Данную программу наблюдений целесообразно применять при выполнении нивелирования на промышленных площадках, где имеются небольшие расстояния.

Порядок взятия отсчетов по этой программе в прямом ходе на нечетной станции следующий: $З^п$, $З^п$, $П^п$, $П^п$; $П^л$, $П^л$, $З^л$, $З^л$. На четной станции отсчеты производятся в следующем порядке: $П^п$, $П^п$, $З^п$, $З^п$; $З^л$, $З^л$, $П^л$, $П^л$ (рис. 2).

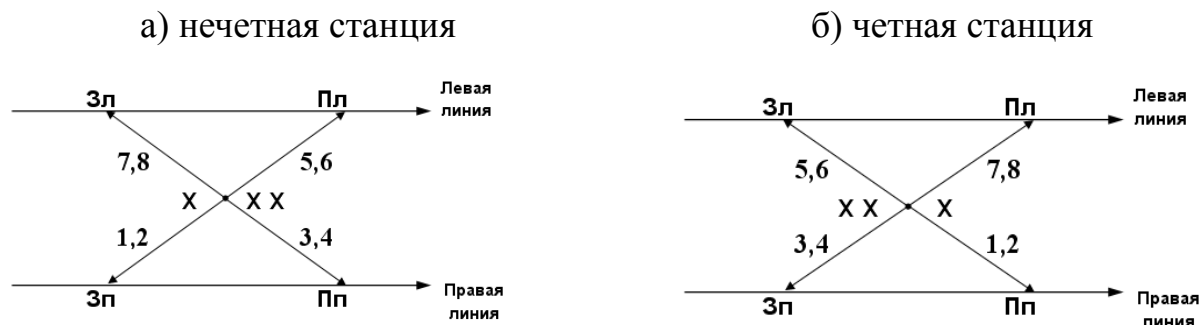


Рис. 2. Порядок взятия отсчетов на станции по программе наблюдения II

Также рассмотрим, сколько перемещений вокруг штатива придется сделать наблюдателю при взятии отсчетов по программе наблюдения II.

Сначала наблюдатель наводится на заднюю рейку правой линии нивелирования и производит отсчет $З^п$, затем снимает повторный отсчет $З^{п'}$. После этого наблюдатель перемещается на другую сторону штатива и производит отсчеты по передней рейке правой линии нивелирования: $П^п$ и $П^{п'}$. Далее, оставаясь на месте, производятся отсчеты по передней рейке левой линии нивелирования: $П^л$ и $П^{л'}$, затем наблюдатель переходит на противоположную сторону штатива и производит отсчеты по задней рейке левой линии нивелирования: $З^л$ и $З^{л'}$. В итоге, применяя данную программу наблюдений, наблюдатель произведет также три перехода вокруг штатива на нечетной станции. Аналогичная ситуация имеет место при взятии отсчетов по рейкам на четной станции (рис. 2).

Ниже рассмотрим программы наблюдения, предложенные в работе [3] для выполнения высокоточного нивелирования I класса с применением цифровых нивелиров.

При использовании данной программы отсчеты по рейкам в прямом ходе на нечетной станции производятся против хода часовой стрелки, затем по ходу часовой стрелки; на четной станции – по ходу часовой стрелки, затем против хода часовой стрелки (рис. 3).

По аналогии с предыдущими программами рассмотрим количество перемещений вокруг штатива наблюдателя при взятии отсчетов по программе наблюдений D.

Программа D

Порядок взятия отсчетов по данной программе приведен в табл. 1.

Таблица 1

Программа наблюдений	Станция	Последовательность наблюдения реек на станции			
		Прямой ход		Обратный ход	
		Правая линия	Левая линия	Правая линия	Левая линия

D	Нечетная	$(З_К, П_К)_1,$	$(П_К, З_К)_2,$	$(П_К, З_К)_1,$	$(З_К, П_К)_2,$
		$(П_К, З_К)_4$	$(З_К, П_К)_3$	$(З_К, П_К)_4$	$(П_К, З_К)_3$
	Четная	$(П_К, З_К)_1,$	$(З_К, П_К)_2,$	$(З_К, П_К)_1,$	$(П_К, З_К)_2,$
		$(З_К, П_К)_4$	$(П_К, З_К)_3$	$(П_К, З_К)_4$	$(З_К, П_К)_3$



Рис. 3. Порядок взятия отсчетов на станции по программе наблюдений D

Сначала наблюдатель наводится на заднюю рейку правой линии нивелирования и производит отсчет по рейке $З_К''$. Затем наблюдатель перемещается на противоположную сторону штатива и снимает отсчет по передней рейке правой линии нивелирования $П_К''$ и по передней рейке левой линии нивелирования $П_К'$. После этого наблюдатель переходит на другую сторону штатива и снимает отсчет по задней рейке левой линии нивелирования $З_К'$, затем снимает повторный отсчет по той же рейке $З_К'$ и, перейдя на противоположную сторону штатива, производит отсчет по передней рейке левой линии нивелирования $П_К'$. Затем наблюдатель, оставаясь на месте, производит отсчет по передней рейке правой линии нивелирования $П_К''$. Далее наблюдатель перемещается на противоположную сторону штатива и снимает отсчет по задней рейке правой линии нивелирования $З_К''$. В итоге, применяя данную программу наблюдений, наблюдатель произведет пять переходов вокруг штатива на нечетной станции. Аналогичная ситуация имеет место при взятии отсчетов по рейкам на четной станции (рис. 3).

Программа С

Порядок взятия отсчетов по программе С приведен в табл. 2

Таблица 2

Программа наблюдений	Станция	Последовательность наблюдения реек на станции			
		Прямой ход		Обратный ход	
		Правая линия	Левая линия	Правая линия	Левая линия
С	Нечетная	З, П, П', З'	З, П, П', З'	П, З, З', П'	П, З, З', П'
	Четная	П, З, З', П'	П, З, З', П'	З, П, П', З'	З, П, П', З'

При использовании данной программы, наблюдения на станции выполняются отдельно для правой и левой линий нивелирования при двух горизонтах прибора, причем изменение горизонта необходимо производить подъемными винтами нивелира для того, чтобы избежать повторного

перемещения штатива. Порядок работы на нечетной станции следующий: $З'' П''$, смена горизонта, $П'' З''$; $З' П'$, смена горизонта, $П' З'$; на четной станции – $П'' З''$, смена горизонта, $П'' З''$; $П' З'$, смена горизонта, $З' П'$ (рис. 4).

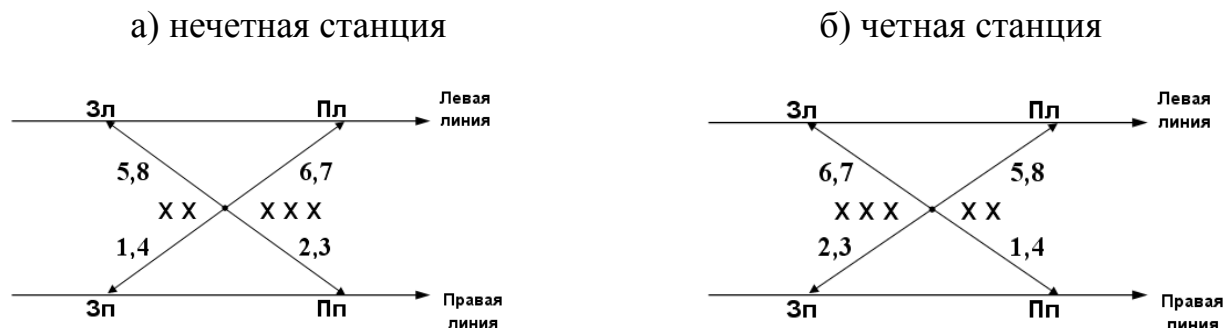


Рис. 4. Порядок взятия отсчетов на станции по программе наблюдений С

Сначала наблюдатель наводится на заднюю рейку правой линии нивелирования и производит отсчет по рейке $З''$. Затем наблюдатель перемещается на другую сторону штатива и производит отсчет по передней рейке правой линии нивелирования $П''$. После этого, сбив и повторно установив пузырек уровня, наблюдатель снимает повторный отсчет по этой же рейке $П''$. Затем наблюдатель переходит на другую сторону штатива и производит отсчет по задней рейке правой линии нивелирования $З'$. Далее, оставаясь на месте, наблюдатель производит отсчет по задней рейке левой линии нивелирования $З'$. Затем снова переходит на другую сторону штатива и производит отсчет по передней рейке левой линии нивелирования $П'$. После этого, сбив и повторно установив пузырек уровня, наблюдатель снимает повторный отсчет по этой же рейке $П'$. Затем наблюдатель переходит на другую сторону штатива и производит отсчет по задней рейке левой линии нивелирования $З''$. В итоге, применяя данную программу наблюдений, наблюдатель произведет также пять переходов вокруг штатива на нечетной станции. Аналогичная ситуация имеет место при взятии отсчетов по рейкам на четной станции (рис. 4).

В результате исследований можно сделать вывод о том, что программы наблюдений I и II содержат наименьшее количество перемещений наблюдателя вокруг штатива при выполнении высокоточного нивелирования и, следовательно, при их применении следует ожидать меньшего накопления ошибок за влияние перемещений штатива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энтин И.И. Высокоточное нивелирование // Труды ЦНИИГАиК. – 1956. – Вып. 111.
2. Шалыгина Е.Л. Влияние перемещения штатива и изменения угла i на результаты высокоточного нивелирования цифровыми нивелирами / Е.Л. Шалыгина / Геодезия и картография. – 2005. – № 5. – С. 15 – 17.

3. Уставич Г.А. Разработка и совершенствование технологии государственного нивелирования I, II, III и IV классов / Г.А. Уставич, В.Ф. Шаульский, О.И. Винокурова / Геодезия и картография. – 2003. – № 7. – С. 10 – 15; № 8. – С. 5 – 11.

© Е.Л. Соболева, А.Н. Теплых, Т.А. Хоменко, 2006

РАЗВИТИЕ ЛОКАЛЬНЫХ РЕПЕРНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕКУЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТОВ ПУТИ

Основное требование, предъявляемое к железнодорожным путям – это плавность и безопасность движения с установленными скоростями. Одним из требований текущего содержания и ремонта пути является установка пути и всей инфраструктуры железной дороги в проектное положение [1]. Данные о проектном положении должны оперативно проверяться и контролироваться. Проектное положение подразумевает знание пространственных и линейных координат оси пути, а для этого необходима соответствующая геодезическая основа.

Выправочно-подбивочно-рихтовочные машины, например “Duomatic” выполняют лишь сглаживание пути, так как приведение пути в проектное положение возможно только при знании координат пути. Поэтому устройство реперных сетей или использование других средств и методов определения пространственного положения пути является особенно актуальной задачей.

В соответствии с Указанием № С – 493 у “Об устройстве реперной системы контроля железнодорожного пути в профиле и в плане” от 27.04.98 г. в России производится создание специальной реперной сети. Опыт показал, что на экспериментальном участке Октябрьской железной дороги [2] эффективность данного вида реперных сетей очень низка. Так при обследовании выявлено, что за два года в результате ремонтов пути утеряно 30% пунктов РС; а также нестабильность РС.

При этом специальная реперная сеть обладает сложной иерархией. В соответствии с [3] техническими требованиями она состоит из опорной и рабочей геодезических сетей, в состав ОГС входят пункты каркасной сети, главные и промежуточные (рядовые) пункты.

Каркасная сеть создается для образования единой системы координат. Главные пункты располагаются попарно через 10 – 12 км при расстояниях между ними в паре 500 – 1 000 м. Промежуточные пункты ОГС размещают между главными на расстоянии друг от друга 250 – 750 м. Сеть рабочих реперов закладывается через 100 – 140 м на прямых и через 50 – 70 м в кривых. Рабочие репера закрепляются на опорах контактной сети. Одним из недостатков реперной системы является невозможность передачи данных на машинные комплексы содержания и ремонтов пути, а также трудность использования мастерами и бригадирами пути, так как их основным рабочим инструментом является шаблон.

Таким образом, реперная сеть создаваемая в соответствии с [1], является неэффективной вследствие высокой стоимости создания и обслуживания, а также невозможности ее использования ни машинными комплексами, ни путейцами.

В качестве альтернативы предлагается создавать локальные реперные сети.

Локальные специальные геодезические сети создаются на небольшом участке местности под конкретные задачи. Точки такой сети закрепляются по-разному в зависимости от необходимого срока сохранности. Данные сети не всегда имеют постоянные знаки закрепления. Также эти сети могут создаваться вне государственной координатной системы и соответственно не иметь привязки к пунктам государственной сети. Схема и точность локальных сетей зависит от размеров участка, сложности и необходимой точности работ.

С применением аппаратно-программного комплекса “Профиль-2” возможно в короткие сроки с минимальными материальными и трудовыми вложениями создавать локальные реперные сети. Данные сети будут создаваться в государственной системе координат с привязкой к линейной координате участка дороги, постоянное закрепление пунктов не требуется, все реперные точки закрепляют либо краской, либо магнитными метками, с выносом створа в полосу отвода и закреплением кольями при капитальном ремонте пути.

Принципиальным является расчет точности линейной привязки и расстояния между пунктами локальной реперной сети. Величина погрешности линейной привязки рассчитывается с учетом допусков предусмотренных нормами содержания пути по каждому контролируемому параметру, и определяются по наиболее точному значению допуска. На первом этапе необходимо рассчитать максимальное приращение изменения параметра на единицу длины.

$$\Delta \varepsilon_{\max} = \frac{\Delta}{\Delta S},$$

где $\Delta_{\max}$ – максимальное значение параметра в соответствии с нормами содержания пути, ΔS – приращение пути.

Таким образом, $\Delta \varepsilon_{\max}$ характеризует скорость максимального изменения параметра. Для каждого параметра рассчитывается свое значение максимальной скорости изменения параметра:

$$\Delta \varepsilon_{\max(\text{рихт})} = \frac{\Delta_{(\text{рихт})}}{\Delta S}, \quad \Delta \varepsilon_{\max(\text{просадка})} = \frac{\Delta_{(\text{просадка})}}{\Delta S},$$

$$\Delta \varepsilon_{\max(\text{уровень})} = \frac{\Delta_{(\text{уровень})}}{\Delta S}, \quad \Delta \varepsilon_{\max(\text{шаблон})} = \frac{\Delta_{(\text{шаблон})}}{\Delta S}.$$

Из всех значений $\Delta \varepsilon_{\max}$ определяется наибольшее $\Delta \varepsilon'_{\max}$ и это значение будет определять максимальную погрешность линейной привязки.

Скорости изменения отступлений в плане даны в табл. 1.

Таблица 1

Установленная скорость движения поездов (числитель – пассажирских; знаменатель – грузовых), км/ч	Степень отступления	Разность смежных стрел, измеренных от середины хорды длиной 20 м, мм/м, при длине неровности пути	
		До 20 м включительно	Более 20 до 40 м включительно
121-140/81-90	I	0,5	0,38
	IV	1,25	0,88
81-120/71-80	I	0,5	0,38
	IV	1,75	1,0
61-80/61-70	I	0,75	0,63
	IV	2,0	1,25

При этом расстояния между реперными точками можно сохранить в соответствии с [1], а именно 100 м.

Создавая локальные сети, мы исключаем несколько этапов построения специальных реперных сетей, а именно создание и обслуживание капитальных пунктов каркасной сети опорных пунктов и рабочих реперов, при этом точность выполнения работ сохраняется.

По данным [2] стоимость создания 1 км реперной сети 280 тыс. руб., а локальной реперной сети приблизительно в 2,5-3 раза меньше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути / МПС РОССИИ. – М.: Транспорт, 2000. – 223 с.
2. Ф.Е. Резницкий, Е.Ю. Ерохина, Р.Г. Абраров. О создании реперной системы на железных дорогах // Транспортное строительство, 2001. – № 12.
3. Специальная реперная система контроля состояния железнодорожного пути в профиле и плане: Технические требования. – М.: ВНИИЖТ, 1998.

© В.В. Щербаков, О.В. Ковалева, 2006

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНА ОДИНОЧНОГО СООРУЖЕНИЯ БАШЕННОГО ТИПА

Об устойчивости дымовых труб и ректификационных колонн судят по величине крена – отклонения оси сооружения от вертикали (рис. 1).

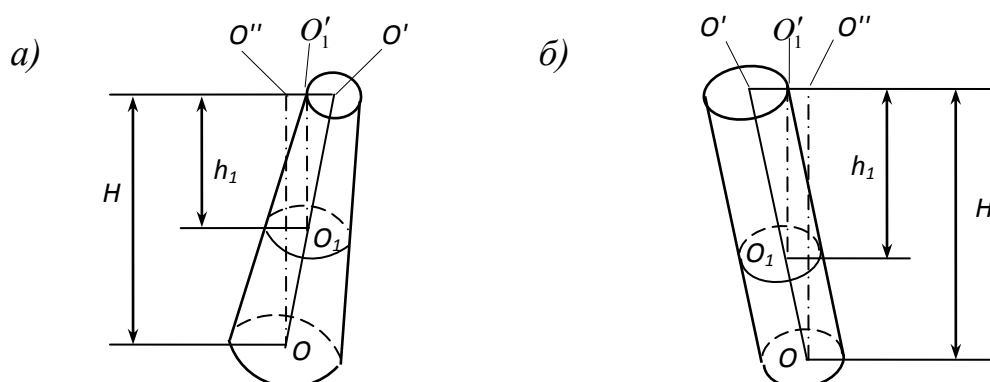


Рис. 1. Крен дымовой трубы а) и ректификационной колонны б)

Полный крен K есть отрезок $O'O''$ в горизонтальной плоскости, проведенной через центр O' верхнего пояса (горизонтального сечения) сооружения [1, 2]. Точка O'' является ортогональной проекцией центра O основания сооружения, удаленного на высоту H от верхнего пояса. Частный крен k_1 есть отрезок $O'O'_1$ также в плоскости верхнего пояса при проектировании центра O_1 нижнего видимого пояса, отстоящего от точки O'_1 на величину h_1 . Величину K (k_i) принято называть линейным креном. В относительной мере крен i определяется из выражения:

$$i = K/H. \quad (1)$$

Допустимые значения полного крена сооружений башенного типа приведены в табл. 1 [1, 2].

Таблица 1. Предельные крены дымовых труб и ректификационных колонн

Номер п/п	Наименование сооружений	Предельный крен	
		линейный K , м	относительный K/H
1	Дымовые трубы высотой H , м: $H \leq 100$	0,50	0,005
2	Дымовые трубы высотой H , м: $100 < H \leq 300$	0,50 – 0,33	0,005 – 0,003
3	Ректификационные колонны высотой H до 100 м	0,40	0,004

Существующие методы определения крена сооружений башенного типа основаны на наличии видимости фиксированного нижнего (например, цокольного) пояса с трех опорных пунктов (станций). Поэтому в стесненных условиях промышленных предприятий сооружают наблюдательные площадки на крышах зданий, что ведет к значительному удорожанию и снижению уровня безопасности работ.

В работе [3] изложена идея редуцирования измеренных на нижние видимые (различные) пояса сооружения направлений к центру основания его. Для реализации этого метода нужно знать координаты X и Y станций и полную высоту сооружения. Для определения крена методом измерения отдельных малых углов (составляющих крена в угловой мере) в руководстве [1] рекомендуется размещать станции таким образом, чтобы угол при сооружении был близок к 90° .

В настоящей работе рассматриваются случаи определения крена одиночного сооружения башенного типа при произвольном (удобном для наблюдений) выборе месторасположения станций, при неизвестной полной высоте сооружения. Подробно описывается методика полевых и вычислительных работ с оценкой точности при измерении с трех станций отдельных малых углов на различные нижние видимые пояса сооружения. По разностям значений крена, полученных в циклах наблюдений, можно судить о сдвигах (горизонтальных смещениях) фиксированных точек сооружения.

Рассмотрим методику определения крена дымовой трубы или ректификационной колонны (см. рис. 2) при измерении отдельных малых горизонтальных углов и зенитных расстояний с трех или четырех станций в стесненных условиях действующего промышленного предприятия.

В каждом цикле наблюдений (не менее одного раза в год) крен сооружения следует определять дважды (из двух комбинаций). При этом возможны два случая, наиболее часто встречающиеся в практике. В первом случае достаточно вести наблюдения с трех пунктов, выбрав затем две комбинации для вычисления крена (рис. 2а). Во втором случае производят наблюдения с двух пар пунктов (рис. 2б).

Пункты наблюдений выбирают на промплощадке таким образом, чтобы угол γ при наблюдаемом сооружении в каждой комбинации имел значение в пределах $45 - 135^\circ$.

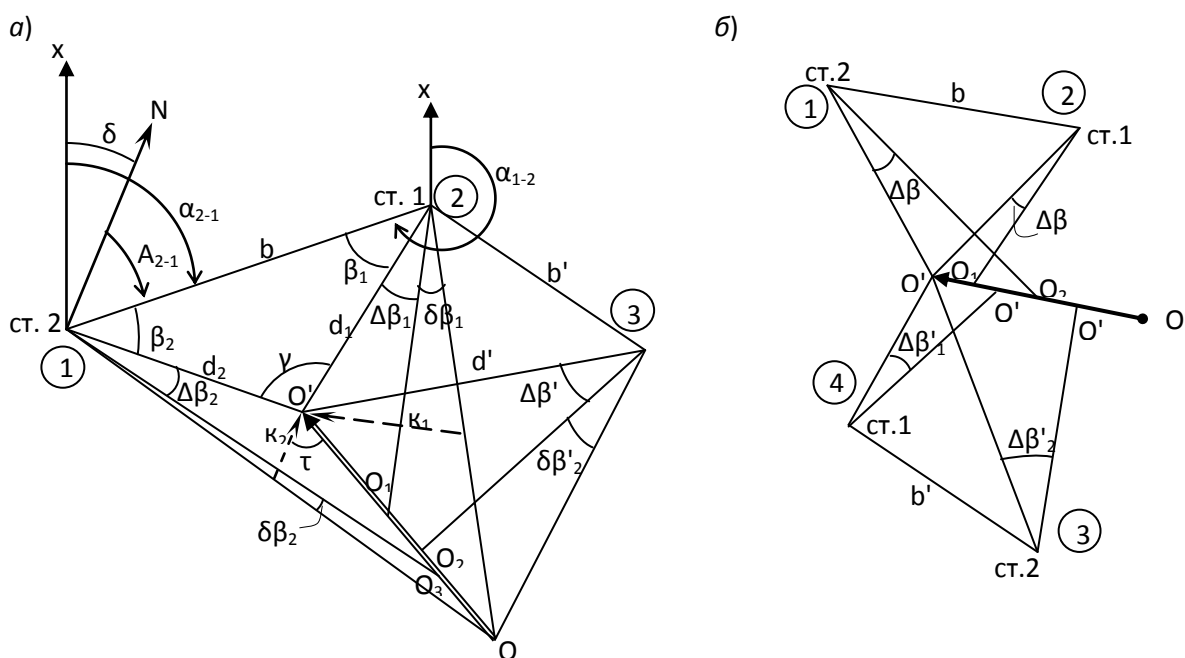


Рис. 2. Схемы определения крена сооружения башенного типа из двух комбинаций:

① – пункты наблюдений; ст.1 и ст.2 – станции (пункты наблюдений в комбинации); N – северное направление магнитного меридиана; κ_1 и κ_2 составляющие крена; $O'O$ – полный крен

На каждом пункте теодолитом типа Т5 или Т2 измеряют горизонтальные углы β , отдельные малые углы $\Delta\beta$ (см. рис. 2) и зенитные расстояния z' и z на общий верхний пояс O' и видимый нижний пояс O_i (рис. 3).

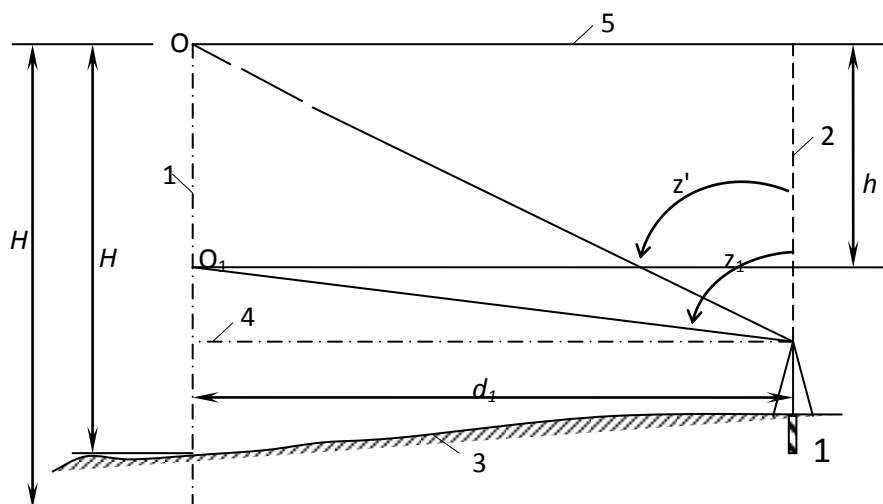


Рис. 3. Схема измерения зенитных расстояний на пункте 1:

1 – ось сооружения; 2 – отвесная линия; 3 – поверхность земли; d_1 – расстояние от пункта 1 до оси сооружения; 4 – горизонт инструмента; 5 – горизонт верхнего общего пояса сооружения; O – центр основания сооружения

Для разрешения неоднозначности фиксации нижнего пояса наблюдаемого сооружения в комбинации нами предложено вводить поправки $\delta\beta$ в отдельные малые горизонтальные углы $\Delta\beta$ по формуле [3]:

$$\delta\beta_i = \Delta\beta_i \left(\frac{H}{h_i} - 1 \right), \quad (2)$$

где величина h_i (вертикальное расстояние между центром O' и центром O_i видимого нижнего пояса), вычисляемая по формуле:

$$h_i = d_i (\text{ctg} z'_i - \text{ctg} z_i). \quad (3)$$

Расстояние d_i находят из треугольников, включающих базис b и центр O' наблюдаемого сооружения. Базис b достаточно измерить нитяным дальномером или снять графически с плана промпредприятия. Докажем последнее положение.

Точность определения поправок $\delta\beta_i$ зависит от точности измерения направлений (с погрешностью m_h) и зенитных расстояний (с погрешностью m_z), а также от ошибки определения h .

Дифференцируя выражения (2) и (3), и, полагая $z' = 45^\circ$, $z = 90^\circ$, $H = 1,25h$, получим формулу для вычисления средней квадратической погрешности $m_{\delta\beta}$ определения поправки $\delta\beta$ за редуцирование (приведение к центру O) измеренных на нижние пояса направлений:

$$m_{\delta\beta}^2 = 0,125m_h^2 + 1,56 \left(\frac{m_h}{h} \right)^2 \Delta\beta^2, \quad (4)$$

где

$$m_h^2 = m_d^2 + \frac{d^2}{\rho^2} m_z^2. \quad (5)$$

При производстве угловых измерений теодолитом типа Т2 можно принять $m_h = m_d$. Положив $\Delta\beta = 1000''$, $m_H = 5''$ и $m_d / d = m_h / h = 1/300$, получим: $m_{\delta\beta} = 2''$. Величиной $m_{\delta\beta} = 2''$ можно пренебречь. Следовательно, утверждение о том, что расстояние d достаточно определять с погрешностью $1/300$, доказано.

Составляющие k_1 и k_2 и полный крен K для комбинации (ст. 1 и ст. 2 на рис. 2а) по формулам [2]:

$$\left. \begin{aligned} k_1 &= \frac{(\Delta\beta_1 + \delta\beta_1)''}{206265} d_1, k_2 = \frac{(\Delta\beta_2 + \delta\beta_2)''}{206265} d_2, \\ K &= \frac{1}{\sin \gamma} \sqrt{k_1^2 + k_2^2 - 2k_1 \cdot k_2 \cos \gamma}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Сделаем два замечания о точности определения крена сооружений башенного типа. Средняя квадратическая погрешность M определения местоположения точки O (см. рис. 2) прямой угловой засечкой, соответствующая показателю точности определения крена, может быть вычислена по формуле [2]:

$$M = \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma} \sqrt{d_1^2 + d_2^2}, \quad (7)$$

где m_β – средняя квадратическая погрешность измерения (определения) углов β_1 и β_2 ; d_1 и d_2 – расстояния от пунктов 1 и 2 до сооружения.

С учетом формулы (4) и, приняв $m'_\beta = m_H\sqrt{2}$, величину m_β в выражении (7) следует вычислять по формуле:

$$m_\beta^2 = 2m_H^2 + m_{\beta 1}^2 + m_{\beta 2}^2. \quad (8)$$

Дирекционный угол крена α_k может быть найден из выражения (см. рис. 2а):

$$\alpha_k = \alpha_{2-1} + \beta_2 - 180^\circ + \gamma - \tau, \quad (9)$$

где

$$\tau = \arctg \frac{k_1}{k_2}. \quad (10)$$

Дирекционный угол α_{2-1} снимают с плана промпредприятия или вычисляют по формуле:

$$\alpha_{2-1} = A_{2-1} + \delta, \quad (11)$$

где A_{2-1} – измеренный по буссоли теодолита магнитный азимут; δ – склонение магнитной стрелки. Для территории Тюменской области $\delta = 14^\circ 30'$.

Если по каким-либо причинам неизвестна полная высота H сооружения, вместо H используют величину H' – вертикальное расстояние между верхним поясом и поясом, расположенным на уровне поверхности земли (см. рис. 3).

Описанная методика применяется при определении дымовых труб на ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 г. Тюмени и ректификационных колонн Тобольского химического комбината.

Выводы.

1. Производство наблюдений на различные видимые нижние пояса сооружений башенного типа дает возможность отказаться от постройки специальных наблюдательных площадок, что снижает стоимость полевых работ и повышает уровень техники безопасности.

2. Разработанная методика позволяет выполнить эффективную оценку точности определения крена сооружений башенного типа.

3. Авторы высказывают сомнение в целесообразности использования дорогостоящих спутниковых приемников при определении крена сооружений башенного типа в период эксплуатации [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по наблюдениям за деформациями фундаментов зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1997. – 118с.
2. Зайцев С.В. и др. Геодезические методы исследования деформаций сооружений. – М.: Недра, 1991. – 272с.
3. Николаев А.Ф. Вычисление крена сооружений башенного типа на ЭВМ «Наири-К»//Геодезия и картография. – 1975. – 10. – С. 33-37.
4. Уставич Г.А. Определение крена сооружений башенного типа GPS-приемниками и тахеометрами // Геодезия и картография. – 2003. – № 9. –С. 15-18.

© А.В. Агейкин, В.Н. Щукина, 2006

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ ПОДВЕСОК ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕАКТОРОВ РБМК

Одним из главных условий обеспечения перегрузки реакторов большой мощности канальных (РБМК), работающих на различных АЭС, является прямолинейность подвески тепловыделяющих сборок (ТВС). Для обеспечения прямолинейности ТВС к настоящему времени разработаны [1]: стенд входного контроля прямолинейности подвесок ТВС, внедренный на Игналинской АЭС и стенд автоматизированного контроля прямолинейности подвесок ТВС для целей выбраковки, разработанный В.С. Хорошиловым и внедренный также на Курской АЭС.

Практика их производственного использования, а также учет требований эксплуатационных служб выявили некоторые недостатки, перечисленные в таблице.

Таблица

Стенд входного контроля (Игналинская АЭС)	Стенд автоматизированного контроля (Курская АЭС)
Необходимость присутствия исполнителей в течение всего процесса контроля	-
-	Небольшой диапазон измерений (4 мм)
Невозможность использования непосредственно перед загрузкой в реактор	-
Большая продолжительность процесса	-
-	Несерийное оборудование
Необходимость перевода подвески в горизонтальное положение (вероятность возникновения деформаций)	Небольшой ресурс работы фотоэлектрических датчиков в условиях ионизирующего излучения

Для преодоления выявленных недостатков предлагается конструкция стенда контроля прямолинейности подвесок с использованием индикаторов линейных перемещений TESA DIGICO, схема которого приведена на рис. 1.

Стенд состоит из расположенного в центральном зале стандартного посадочного места подвески, снабженного держателями индикаторов линейных перемещений в сечениях 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9. Подвеска жестко фиксируется в сечениях 2 и 7.

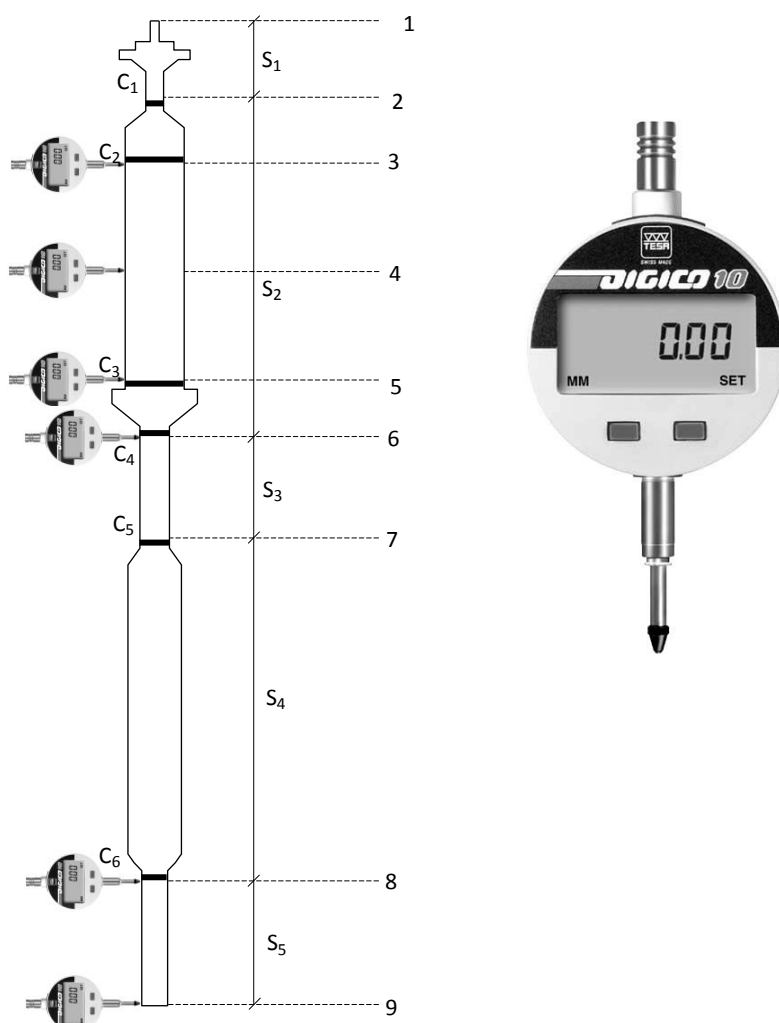


Рис. 1. Стенд контроля прямолинейности подвески тепловыделяющих сборок и индикаторы линейных перемещений TESA DIGICO

Для исключения погрешности, вызываемой биением подвески при ее вращении, измерительные штоки индикаторов снабжаются насадками в виде поперечных пластин, длиной от 50 до 60 мм.

Непосредственным рабочим органом стенда являются индикаторы линейных перемещений TESA DIGICO 19.30111, имеющие следующие технические характеристики:

- Диапазон измерения – 25 мм;
- Дискретность цифровой шкалы – 0,01 мм;
- Наибольшая погрешность – 10 мкм;
- Габаритные размеры, 78,4 мм × 53,4 мм;
- Наличие интерфейса RS-232с;
- Жидкокристаллический дисплей с высотой символов 8,5 мм;
- Угол поворота дисплея 270°.

Измерение на стенде производится в следующей последовательности:

- Установка подвески на стенд;

- Снятие отсчетов по индикаторам после вращения подвески вокруг ее продольной оси на 0° , 90° , 180° и 270° ;
- Для контроля результатов измерений отсчеты рекомендуется повторить.

Степень искривления подвески характеризуется величиной отклонения в i -ом сечении элементов подвески от базовой прямой, проходящей через центры сечений 2 и 7.

$$Q_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}, \quad (1)$$

где a_i – разность отсчетов по индикатору при повороте подвески на 0 и 180° ;

b_i – разность отсчетов по индикатору при повороте подвески на 90 и 270° .

Для удобства вычислений Q_i их можно затабулировать по величинам a_i и b_i или изготовить палетку, которая позволит быстро определить эту величину Q_i , а также направление отклонения и рихтовки [1]. Палетка представляет собой сетку координат, по оси ординат которой откладываются величины a_i , а по оси абсцисс b_i . Пересечение координат X , Y дает точку, удаление которой от начала координат соответствует величине Q_i .

На проверку одной подвески затрачивается не более 5 минут с учетом вычислений значений Q_i по таблице или палетке.

При необходимости на данном стенде после определения величин можно также выполнить и рихтовку подвески. Величины рихтовок для сечений 2, 6, 7, 8 (сечения 3, 4, 5 рихтовке не подлежат) можно получить из выражений (эти выражения выведены для случая рихтовки с помощью скобы)

$$\begin{aligned} R_2 &= Q_1 \cdot B / 4S_1, \\ R_6 &= Q_6 \cdot B / 4 \cdot (S_2 + S_3) / (S_2 \cdot S_3), \\ R_7 &= Q_8 \cdot B / 4S_4, \\ R_8 &= Q_9 \cdot B / 4S_5, \end{aligned} \quad (2)$$

где B – база рихтовочного инструмента;

S_i – расстояние между сечениями, как показано на рис. 1.

Наличие интерфейса RS-232C позволяет полностью автоматизировать сбор и обработку получаемых с индикаторов TESA DIGICO данных с помощью компьютера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геодезический контроль геометрических параметров сооружений и оборудования реакторного цеха ИАЭС [Текст] : отчет о НИР (заключительный) Тема № 501- 92 / рук. В.А. Середович; отв. исполн. Ю.И. Михеев. – Новосибирск, 2000. – 34 с. – № ГР 0193.0003315. – Инв. № 02200 1.05603.

© Д.А. Черепанов, 2006

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ И ВЕРТИКАЛЬНОСТИ ТРАКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАНАЛОВ РЕАКТОРОВ РБМК

Для обеспечения нормальной работы перегрузочного комплекса реакторов большой мощности канальных (РБМК), работающих в настоящее время на различных АЭС, является прямолинейность и вертикальность верхней части тракта технологического канала (ТТК) в зоне размещения подвески тепловыделяющей сборки длиной около 7 м.

К сожалению, задача контроля этих параметров на АЭС в период их эксплуатации не решена до настоящего времени. Следует отметить, что ранее авторами [1,2] были предложены оригинальные разработки, но в силу разных причин не нашли своего применения. Отметим две основных. Первая - это использование для контроля верхней доступной части канала длиной около 40 см, что не позволяет получить достоверные данные по всей длине контролируемого участка, так как канал представляет собой сварную конструкцию из сужающихся книзу реактора металлических труб. Вторая – использование в качестве рабочего органа стальной проволоки с грузом для натяжения в виде металлического шара может привести к его отрыву и попаданию в тракт постороннего предмета, что недопустимо.

Предлагается следующее измерительное устройство, позволяющее, на мой взгляд, получать достоверную информацию о прямолинейности и вертикальности ТТК. Схема устройства, назовем его калибратор ТТК, приведена на рисунке 1.

Калибратор состоит из несущей измерительной штанги длиной 7 м, представляющего собой стальную трубу диаметром 3,8 см, на котором крепятся основные узлы:

- Узел принудительного центрирования нижней части измерительной штанги, состоящий из подпружиненных роликов, которые при перемещении по тракту с переменным диаметром совмещают ось измерительной штанги с осью тракта;
- Поворотный узел, позволяющий в каждой точке измерения тракта вращать измерительную штангу вокруг продольной оси для ослабления влияния ошибки за искривление измерительной штанги (0° , 90° , 180° , 270°);
- Стыковочный узел для центрирования измерительной штанги в верхней части тракта, с направляющим шаровым механизмом, обеспечивающим прохождение через него измерительной штанги под различными углами без нарушения соосности тракта и измерительной штанги, фиксации измерительной штанги в точке измерения и поворота ее вокруг продольной оси;
- Измерительная платформа для установки прибора для непосредственных измерений углов наклона штанги;

– Захватный механизм для вертикальных перемещений измерительной штанги.

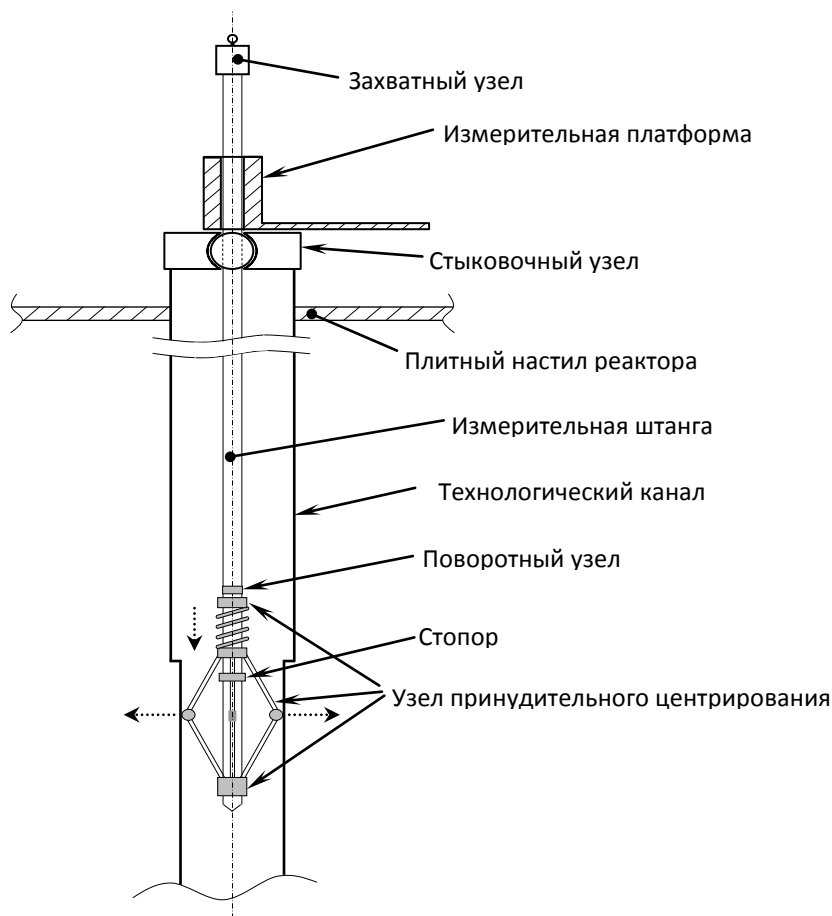


Рисунок 1 – Схема калибратора ТТК

С помощью калибратора ТТК можно выполнить измерения углов наклона штанги в любой точке тракта технологического канала реактора в зоне размещения подвески и путем несложных вычислений получить данные, как о вертикальности тракта ТТК, так и о его прямолинейности. Нормативное отклонение оси ТТК от вертикальности и прямолинейности составляет 5 мм. Для обеспечения надежного контроля этих параметров средняя квадратическая ошибка измерения не должна превышать 0,66 мм. Считаю, что предлагаемый к рассмотрению калибратор ТТК позволит получить недостающую информацию о взаимном пространственном положении всех компонентов, участвующих в процессе перегрузки реактора РБМК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование деформаций оборудования и сооружений ЛАЭС и геодезических методов их определения [Текст]: Отчет о НИР/Новосиб. ин-т инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (НИИГАиК); рук. В.Г. Конусов; отв. исполн. Д.А. Черепанов.- Новосибирск, 1990.- 58 с.- № ГР 0186.0007381.
2. Уставич Г.А., Костина Г.Д. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации крупных энергетических объектов [Текст] / Г.А. Уставич, Г.Д. Костина - М.: Недра, 1983.-130 с.: ил.

© Д.А. Черепанов, 2006

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ АЭРОФОТОТОПОГРАФИИ В РОССИИ И МИРЕ

В наиболее общей форме аэрофототопографию можно определить как раздел топографии, изучающий методы создания топографических карт по материалам авиационных съемок. Эта прикладная дисциплина, в том числе, изучает вопросы создания топографических карт и планов по аэрофотоснимкам.

Представленное определение позволяют сделать ряд ценных замечаний, существенных для всего дальнейшего изложения:

– Аэрофототопография это всего лишь раздел общей топографии. То есть имеются и другие возможности создавать топографические карты и планы. Это можно делать не только аэросъемочными, но и всеми другими доступными методами, прежде всего, конечно, наземными. Однако, общепризнано, что аэрогеодезические методы более технологичны, производительны и экономически эффективны. Возможно поэтому, аэрофотосъемочные методы, применительно к топографическому и «околотопографическому» направлению, безраздельно доминировали в течение всего 20 века.

– Аэрофотоаппарат (т.е. в простейшем случае, любой фотоаппарат, устанавливаемый на летательный аппарат с целью съемки Земли) является во многом определяющим компонентом любого аэрофототопографического процесса. Можно даже сказать, что именно аэрофотоаппарат, как основное средство получения информации не только своим названием определяет название всего топографического метода (имеется в виду чисто этимологическая близость: аэрофотоаппарат – аэрофотография). В геодезии масса подобных примеров – теодолитная или тахометрическая, а также мензуальная, лазерно-локационная и, конечно, GPS- съемки. Здесь везде, как и в случае с аэрофототопографией существенно наличие «центрального» средства измерения или сбора данных, которое не только дает имя всему методу, но и, исходя из своей собственной логики, определяет логику всего метода. Последнее обстоятельство чрезвычайно важно.

При исследовании современной аэрофототопографии, самое серьезное внимание приходится уделять именно аэрофотоаппарату, его функциональности, логике практического использования, фотографическому и фотограмметрическому качеству и, конечно же, стоимости.

Аэрофототопография изучает все важнейшие технологические процессы связанные с производством топографической продукции от установки фотоаппарата на борт летательного аппарата до производства кондиционной топографической карты. Признание этого факта позволяет определить «технологический каркас» аэрофототопографии следующим образом:

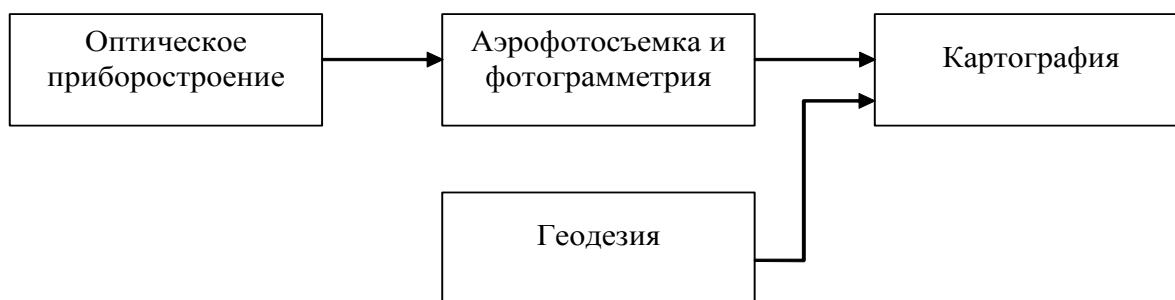


Рис.1

На рис. 1 представлен «технологический каркас» аэрофототопографии.

Наиболее актуальными в настоящее время являются проблемы, связанным с началом активного использования цифровых аэрофотоаппаратов и связанные с этим технологические, экономические и психологические последствия. С другой стороны, невозможно говорить исключительно об аэрофотоаппаратах обособленно от тех задач, которые с их помощью решаются. Иначе, например, никак не объяснить столь сильное различие в их стоимости – от нескольких десятков тысяч до 2 млн. долларов.

Классический подход к аэрофототопографии представлен, например, фундаментальным трудом А. Н. Лобанова с одноименным названием [1]. Для целей настоящей публикации достаточно выделить лишь следующие основные положения классического подхода.

- Так называемый стереотопографический метод предполагает использование исключительно аэросъемочных данных (то есть аэрофотоснимков) для создания как рельефной, так и контурной части карты.

- Масштаб создаваемой топографической карты (плана) и морфология объекта оказывают существенное влияние на выбор как параметров собственно аэрофотоаппарата (в частности, величины фокусного расстояния), так и режима съемки (высота, скорость, величина перекрытий).

- Достижение нормативной точности выходного топографического материала в значительной степени зависит от качества наземных геодезических работ по планово-высотному обоснованию (определению координат опознаков) и качества развития фототриангуляционной сети. А последнее, в свою очередь, находится в очень сильной зависимости от качества пилотирования и выполнения аэросъемки в целом.

Следует признать, что упомянутая «Аэрофотограмметрия» А.П.Лобанова, как и другие серьезные, работы вышли 15-20 лет назад, поэтому они в значительной степени устарели. В последнее время стали появляться новые работы по этому направлению [2].

О текущем моменте.

За последние 15 лет в аэрофототопографии произошли существенные изменения:

1. Использование систем спутниковой навигации GPS/GLONASS как для определения пространственных координат точки фотографирования каждого аэрофотоснимка, так и для контроля пилотажно-навигационных параметров и управления аэрофотосъемочным процессом в целом.

2. Активно стали применяться так называемые интегральные навигационные комплексы типа GPS/IMU [3], которые позволяют с достаточной точностью определить значения всех параметров внешнего ориентирования каждого аэрофотоснимка, как линейных, так и угловых. В некоторых случаях это позволяет полностью отказаться от работ по пространственному ориентированию аэрофотоснимков и их последующему ортотрансформированию и геопозиционированию. В других случаях, наиболее часто, наличие GPS/IMU данных позволяет существенно упростить и убыстрить процедуру создания фототриангуляционной сети.

3. Чрезвычайно существенным обстоятельством является возможность выполнять одновременно аэрофотографическую и лазерно-локационную съемку. Эта неисчерпаемая тема частично освещена в [2], а также в [3,4].

4. Наконец, в качестве приметы времени нельзя не отметить то, что практически все основные компоненты современной аэрофототопографии уже де-факто являются цифровыми. «Цифровизация» началась с картографии и фотограмметрии и, на сегодняшний день, применительно к этим отраслям, можно сказать, окончательно победила. Цифровые методы доминируют в геодезии, как в полевой, так и в камеральной фазе. Неохваченной осталась как раз только аэрофотосъемка. И вот теперь страны Европы и Америки чуть раньше, а Россия только-только, начинают переход от аналоговых аэрофотокамер к цифровым.

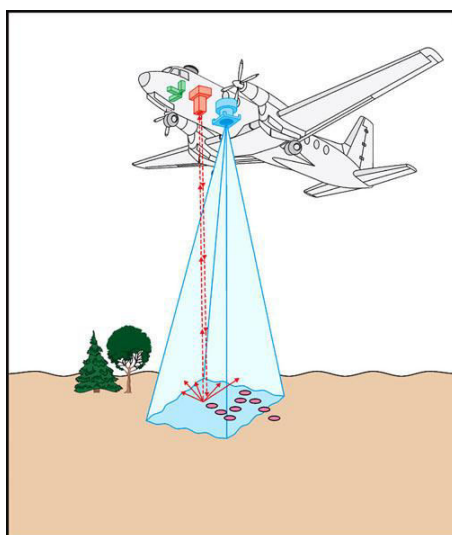


Рис. 2 Современный аэросъемочный комплекс

Таблица 1

	Leica ADS40	Intergraph DMC	Vexcel UltraCam-D	Annual	Accrual
2000	Announced	Announced		0	0
2001	1			1	1
2002	5			5	6
2003	7	3	Announced	10	16
2004	10	11	13	34	50
2005 (Jan-May)	2	12	13	27	77
Sum, End of May 05	25	26	26	77	

В Таблице 1 представлен объем производства крупноформатных цифровых топографических камер на 1.09.2005 по данным [5].

Традиционно главным доводом в пользу использования цифровых топографических аэрофотокамер является их ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ. Считается, что:

- Цифровые камеры надежнее в работе.
- Данные, поставляемые цифровыми камерами, т.е. цифровые аэрофотоснимки достовернее аналоговых в информационном отношении.
- Использование цифровых камер значительно сокращает длительность технологического цикла аэрофототопографического производства.
- Использование цифровых топографических аэрофотокамер более экономично, не смотря на их высокую стоимость.





Рис. 3 Сравнение фотографического качества фрагментов аналогового (вверху, Леса RC-30) и цифрового (внизу, Vexcel UltraCAM-D) аэрофотоснимков одинакого масштаба



Рис. 4

Цифровые аэрофотоснимки по сравнению с аналоговыми полностью свободны от «зернистости».

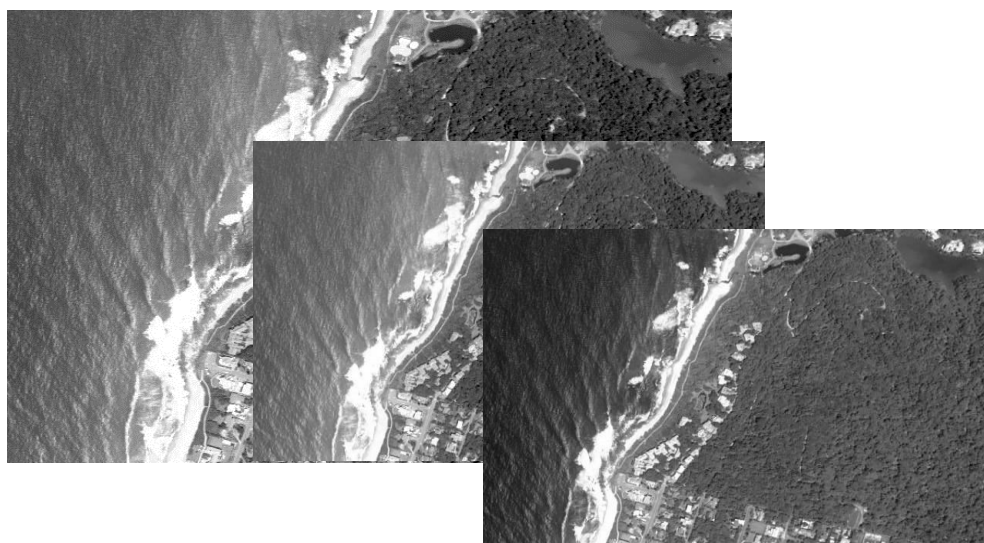
При производстве цифровых аэрофотоснимков исключаются «мокрые» процессы, связанные с проявкой, закреплением, сенситометрическим контролем и др. Также исключается процедура дегитализации негативов.



Рис. 5 Широкий фотометрический динамический диапазон аэрофотоснимков, полученных современными цифровыми аэрофотокамерами

Современные цифровые топографические аэрофотокамеры обеспечивают получение цветных аэрофотоснимков с широким динамическим диапазоном,

который, как правило, составляет 12-14 бит. Это позволяет успешно выполнять дешифрирование в пределах одного снимка объектов, находящихся в принципиально различных условиях освещенности (Рис. 5)



+ false color NIR

Рис. 6 Возможность получения цветных и спектрональных аэрофотоснимков

Обеспечивается возможность получения как панхроматических, так и цветных и спектрональных снимков в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра.





Рис. 7

У большинства цифровых аэрофотокамер минимальный интервал фотографирования составляет менее 1 сек. Это позволяет при необходимости выполнять крупномасштабную аэрофотосъемку объектов многоэтажной застройкой с продольным перекрытием 80-90% (Рис. 7).

Главные критерии оценки:

Фотографическое качество – динамический диапазон, интенсивность шумов, цвет,

Фотограмметрическое качество – стабильность параметров внутреннего ориентирования, точность фототриангуляции

Производительность - кв. км.\ час

Технологичность - возможность адаптации традиционных технологических процессов, наличие квалифицированного персонала

Критерии сравнения:

1. Стоимость покупки и эксплуатационные расходы.

2. Способ формирования кадра.
3. Общие и частные фотографические и фотограмметрические свойства.
4. Весогабаритные характеристики.
5. Режимные вопросы.

Общие свойства:

1. Использование CCD приемников.
2. Синтезированный кадр.
3. GPS/INS поддержка.
4. Широкий динамический диапазон 12-14 бит.
5. Наличие компенсации «смаза» FMC.
6. Использование гиросtabilизации.

Главные различия:

1. Геометрия приемника – матрица, линейка.
2. Метод синтеза кадра.
3. Способ компенсации «смаза» (механический или электронный).

Классификация по размеру одиночного кадра:

Малоформатные камеры (до 16 Мега пикселей)

Среднеформатные (от 16Мпикс до 64Мега пикселей)

Крупноформатные (от 64 до 256 Мега пикселей)

Малоформатные камеры:

Rollei d507 metric

Kodak (DCS 14n)

2552 x 1920 пикс.,



Рис. 8 Малоформатные цифровые камеры

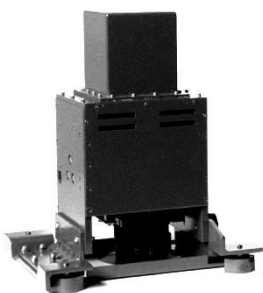
Среднеформатные камеры

Rollei AIC modular LS

Hasselblad (H2)



Applanix DSS



IGI DigiCAM



Рис. 9 Среднеформатные цифровые топографические камеры

Крупноформатные камеры

Jena-Optronik(Jas-150)

Z/I Imaging (DMC)



VEXCEL (UltraCamD)



Leica (ADS-40)



DIMAC SYSTEMS (DiMAC)



Рис. 10 Крупноформатные цифровые топографические камеры

Таблица 2. Основные параметры крупноформатных камер

Параметр	UltraCamD	DMC	ADS-40	DiMAC
Размер кадра, пикселей	7500x11500	7680x13824	12000 (24000?) строка	От 4080x5440 До 8080x10800
Фокусное расстояние	100 мм 75 мм, 125 мм	120мм 25мм	62мм 77мм	На заказ
Интервал съемки	От 0,75 с	От 2.1 с	От 1,2мкс на линию	2 сек
Компенсация движения	TDI	Есть	Не требует	Есть, пьезо механическая
Сенсор	CCD матрицы	CCD матрицы	CCD линейки	CCD матрица В каждом модуле

Выводы:

Считается, что 2006 г. станет переломным в деле внедрения цифровых камер в аэрофотопографию. Впервые количество информации, произведенное цифровыми аэрофотокамерами превысит соответствующее количество, произведенное аналоговыми. Россия несколько отстает в этом вопросе, но и в нашей стране тенденция скорого перехода с цифровых камер на аналоговые очевидна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лобанов А.Н. Фототопография. – М.: «Недра», 1983
2. Данилин И.М., Медведев Е.М., Мельников С.Р. Лазерная локация Земли и леса. – Красноярск, 2005
3. «Геопрофи» № 4,5,6 2005 г.
4. «Геопрофи» № 2,3,4 2004 г.
5. Photogrammetric Week '05, page 58

© Е.М.Медведев, 2006

УДК 528.4

В.А. Скрипников, А.В. Скрипников

СГГА, Новосибирск

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ИНФОРМАТИВНОСТИ И ТОЧНОСТИ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ МАСШТАБА 1: 5000

В настоящее время в нефтегазодобывающих предприятиях основным масштабом для отображения существующих на нефтепромыслах линейных коммуникациях принят масштаб топографического плана 1:5000. Этот масштаб позволяет изображать с достаточной степенью подробности взаимное положение существующих линейных коммуникаций и, кроме того, он принят в качестве базового масштаба при оформлении прав собственности на трубопроводы, автодороги и линии электропередач. Создание топопланов этого масштаба выполняется методом стереотопографической съёмки. При векторизации растров неизбежно теряется большое количество информации о ситуации и топографических объектах. При генерализации необходимых для отображения объектов на линейных сооружениях их изображают при помощи точечных условных знаков. В общем, топографические планы, на изготовление которых были инвестированы немалые суммы, в основном могут быть использованы только как обзорно-дежурные.

Для использования масштаба 1:5000 при принятии управленческих решений, необходимо повысить информативность и точность изображения, как самих коммуникаций, так и сооружений на них. Например, используя достаточно скромные возможности ГИС MapInfo, можно предложить создавать интегрированные топопланы, в которых будут совмещены результаты съёмки

всех масштабов и включены данные цифровых видео и фотосъёмок и другие материалы, относящиеся к объектам съёмки. В интегрированных топопланах объекты промплощадок, отображённые на топопланах М 1:5000 должны быть связаны с этими же объектами, изображенными на топопланах М 1:500. Наиболее полное представление об объектах может дать применение для съёмки масштаба 1:500 трёхмерного лазерного сканирования в сочетании с цифровой видеосъёмкой.

Сооружения на трубопроводах, в отличие от сооружений на промплощадках, как правило, не сняты в крупных масштабах. Для увеличения информативности и точности изображения подземных трубопроводов и сооружений на них, при составлении технического задания на съёмку коридоров коммуникаций необходимо предусматривать:

- Увеличение количества съёмочных пикетов на трубопроводах;
- Съёмку сооружений на трубопроводах, в частности узлов задвижек, с точностью масштаба 1:500;
- Цифрую фотосъёмку сооружений.

Увеличение количества пикетов, кроме более точного изображения коммуникаций в коридорах, позволит дополнительно решить задачу мониторинга их плано-высотного положения на аварийно-опасных участках. При применении современных автоматизированных трубокабелеискателей для определения глубины залегания трубопровода и спутниковых приёмников, в режиме РТК, с необходимой точностью можно определять глубину залегания до 1.5 м.

Съёмка сооружений на трубопроводах в крупных масштабах не вызывает особых затруднений. При координировании коммуникаций с применением спутниковых технологий сотрудниками института геодезии и менеджмента СГГА, по собственной инициативе, при выполнении хоздоговорных работ выполняется съёмка сооружений на трубопроводах, в частности узлов задвижек, в масштабе 1:500 методом створных засечек. Эти данные, в сочетании с технологическими схемами сооружений, позволяют, в некоторых случаях, повысить безопасность и ускорить работы при реконструкции сооружений.

Появление недорогих неметрических цифровых видео и фотокамер с высокой разрешающей способностью может значительно увеличить информативность топопланов [1]. Цифровая съёмка позволит не только исключить возможные ошибки при рисовке объектов, но и даёт возможности для визуальной оценки технического состояния задвижек, подземных трубопроводов, трансформаторов и другого технологического оборудования. Например, специалисты, обслуживающие электросети, используют фотоизображения технологического оборудования на кустовых площадках при оценке их технического состояния. Эти фотоизображения также можно интегрировать в цифровой план.

На рисунке 1 представлена общая схема взаимодействия отдельных компонентов интегрированного цифрового топоплана масштаба 1:5000. Связь

объектов съёмки с дополнительной информацией выполняется с помощью разработанного, в среде MapBasic, приложения.

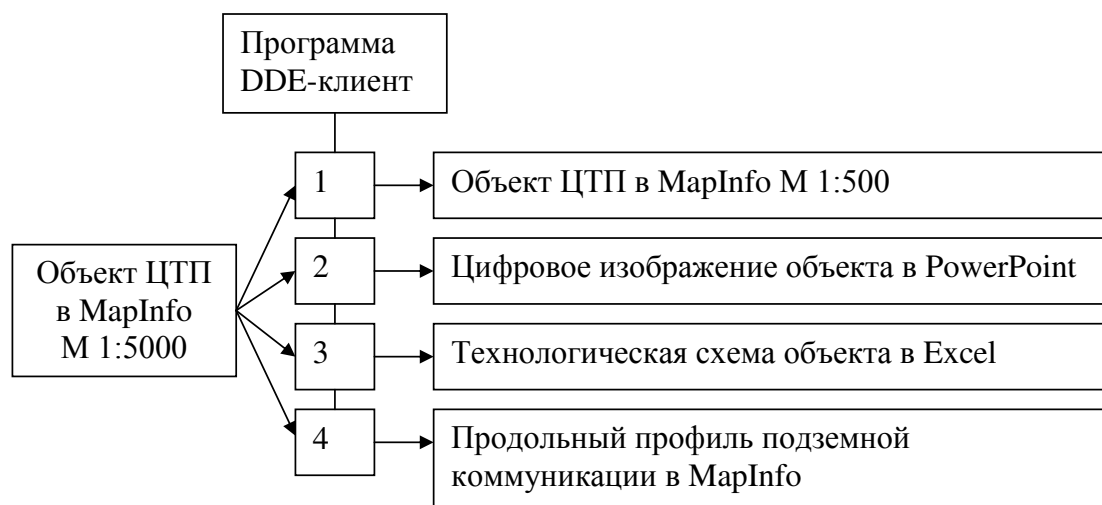


Рисунок 1. Схема создания связи объектов топопланов масштаба 1:5000 с дополнительной информацией.

При разработке связей в таблицах объектов вводится дополнительная колонка «Код объекта». По кодам программа ищет пути для запуска дополнительных рабочих наборов MapInfo и запуска других программ.

Реализация предложенной методики создания цифровых топопланов позволит использовать их различными управлениями нефтегазодобывающих компаний для мониторинга технического состояния технологических объектов и при принятии решений о реконструкции объектов. Конечно, для этого требуется некоторая дополнительная работа по преобразованию топопланов в, открытые для общего пользования, план-схемы. Основываясь на некотором практическом опыте, можно уверенно говорить, что дополнительные затраты при изготовлении открытых интегрированных топопланов полностью компенсируются повышением их информативности, точности и востребованности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло. О применении неметрических цифровых камер для инженерно-геодезических измерений. Геодезия и картография.-2005.-№8.-С.19-24.

© В.А. Скрипников, А.В. Скрипников, 2006

УДК 528.11
Н.В. Федорова
СГГА, Новосибирск

О КРИТЕРИЯХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПОИСКЕ ГРУБЫХ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЙ

В работе рассмотрен критерий применимый для поиска грубых ошибок измерений по результатам параметрического способа уравнивания. Осуществлен анализ матриц более двух десятков моделей геодезических построений и выявлено несколько закономерностей для сетей с однородными измерениями, одна из которых может называться законом связи поправок в соседние измерения за счет ошибки одного из этих измерений.

Критерий поиска грубой ошибки, циклы уравнивания сети

В настоящее время теория обработки измерений включает, кроме стандартных задач, разработку критериев, с помощью которых можно обнаружить присутствие грубых ошибок в группе совместно обрабатываемых измерений. Так, по значениям невязок условных уравнений связи в коррелятном способе уравнивания или по значениям свободных членов избыточных измерений в рекуррентном способе, можно указать одно измерение или небольшую группу измерений, в которых с определенной вероятностью присутствует грубая ошибка.

Кроме этих критериев, существуют и такие критерии, с помощью которых можно обнаружить грубые ошибки, используя результаты уравнивания. Так, увеличение ошибки единицы веса после уравнивания является явным признаком присутствия в измерениях грубых ошибок. В работе [2] изложено теоретическое обоснование еще одного критерия – отношения поправки измерения к ее допустимому значению. Для геодезических сетей с однородными измерениями критерий «поправка/допуск» указывает на конкретное измерение, содержащее грубую ошибку.

Цель нашей статьи – предложить еще один критерий, который можно применить для поиска грубых ошибок измерений по результатам параметрического способа уравнивания.

Известно, что распределение истинных ошибок измерений по поправкам из уравнивания описывается матричным уравнением

$$V_{n1} = -G_{nn} \cdot \Delta_{n1}, \quad (1)$$

где Δ_{n1} - вектор (матрица-столбец) истинных ошибок измерений размером $n \times 1$;

V_{n1} - вектор (матрица-столбец) поправок из уравнивания размером $n \times 1$;

G_{nn} - квадратная матрица элементов g размером $n \times n$;

n - количество измерений в сети.

Матрица G имеет двойственную природу: с одной стороны – это матрица преобразователь вектора Δ в вектор V - формула (1); с другой стороны – это матрица-преобразователь матрицы обратных весов измерений P^{-1} в матрицу обратных весов поправок Q_v

$$Q_v = G \cdot P^{-1}$$

Формула (2) получается из формулы $G = Q_v \cdot P$ [1] после умножения ее справа на P^{-1} . При равноточных измерениях матрица P превращается в единичную матрицу, а матрица G - в матрицу обратных весов поправок Q_v .

В методике В.А. Коугия [2] элементы G -матрицы используются для формирования отношений «поправка/допуск»; мы же будем использовать первое свойство G -матрицы, которое можно детализировать так:

– Поправка какого-либо измерения V_i складывается из некоторой части истинной ошибки Δ_i этого же измерения и небольших долей истинных ошибок других измерений и выражается формулой

$$V_i = - \sum_{j=1}^n (g_{i,j} \cdot \Delta_j), \quad (3)$$

где $g_{i,j}$ - коэффициент влияния истинной ошибки j -того измерения на поправку в i -ое измерение;

в j -ом столбце G -матрицы находятся коэффициенты влияния истинной ошибки j -ого измерения на поправки в каждое из n измерений;

i -тая строка включает коэффициенты влияния на поправку i -того измерения истинных ошибок всех n измерений.

Мы проанализировали G -матрицы более двух десятков моделей геодезических построений, начиная с многократных измерений одной величины и кончая системами линейно-угловых ходов с узловыми точками, и выявили несколько закономерностей для сетей с однородными измерениями, одна из которых с полным правом может называться законом связи поправок в соседние измерения за счет ошибки одного из этих измерений. Этот закон звучит так – в пределах j -того столбца сумма произведений $|p_i \cdot g_{i,j}|$ для измерений по линиям, сходящимся в узловой точке начала и конца j -той линии, равна произведению веса измерения по этой линии на диагональный элемент j -того измерения $p_j \cdot g_{j,j}$

$$\sum_i |p_i \cdot g_{i,j}| = p_j \cdot g_{j,j}, \quad (4)$$

В равенстве (4) можно обойтись без знака «модуль», если направления всех линий, сходящихся в одной узловой точке с j -той линии, будут совпадать с направлением j -той линии.

Для четырех сходящихся измерений с номерами j, i, k, l это правило записывается в виде

$$p_j \cdot g_{j,j} = |p_i \cdot g_{i,j}| + |p_k \cdot g_{k,j}| + |p_l \cdot g_{l,j}|, \quad (5)$$

для трех измерений с номерами j, i, k

$$p_j \cdot g_{j,j} = |p_i \cdot g_{i,j}| + |p_k \cdot g_{k,j}|, \quad (6)$$

для двух измерений с номерами j, i

$$p_j \cdot g_{j,j} = |p_i \cdot g_{i,j}|. \quad (7)$$

При истинной ошибке j -того измерения Δ_j ее вклад в поправку i -того измерения равен

$$v_{i,j} = -g_{i,j} \cdot \Delta_j, \quad (8)$$

$$\text{поэтому } p_j \cdot v_{j,j} = |p_i \cdot v_{i,j}| + |p_k \cdot v_{k,j}| + |p_l \cdot v_{l,j}|. \quad (9)$$

Если в сети одна ненулевая истинная ошибка Δ_j , то

$$p_i \cdot V_j = |p_i \cdot V_i| + |p_k \cdot V_k| + |p_l \cdot V_l|, \quad (10)$$

где через V обозначены поправки из уравнивания.

Из формулы 10 однозначно следует, что произведение $|p \cdot V|$ для измерения, содержащего грубую ошибку, больше произведения $|p \cdot V|$ для любого другого измерения, если в узловой точке сходится больше двух измерений. Это и есть критерий поиска грубой ошибки, который мы назвали «PV – максимум».

К критерию «PV – максимум» можно прийти и другим путем. Умножим элементы каждой строчки G -матрицы на вес измерения с номером строки и убедимся, что во каждом столбце преобразованной матрицы диагональный элемент $p_j \cdot g_{j,j}$ имеет наибольшую величину. Произведение $p_i \cdot V_i$ выразим через элементы i -той строки преобразованной матрицы

$$p_i \cdot V_i = \sum_{j=1}^n p_i \cdot g_{i,j} \cdot \Delta_j. \quad (11)$$

Если в i -том измерении содержится грубая ошибка Δ_i , то наибольшее по величине слагаемое $p_i \cdot g_{i,i} \cdot \Delta_i$ будет располагаться в i -той строке, что приведет к максимальному значению произведения $p_i \cdot V_i$.

Если в геодезической сети имеется несколько грубых ошибок, то после 1-го цикла уравнивания фиксируют первый максимум произведения $|p \cdot V|$ и определяют номер измерения j . Предполагая, что именно в этом измерении содержится грубая ошибка, вычисляют ее приближенное значение по формуле

$$\Delta_j = \frac{-V_j}{g_{j,j}}. \quad (12)$$

Результат j -того измерения исправляют на величину вычисленной грубой ошибки Δ_j и уравнивают сеть второй раз (отбраковывать ошибочное измерение нельзя. Так как тогда изменится структура сети, и придется пересчитывать не только G -матрицу, но и матрицу коэффициентов нормальных уравнений, корреляционную матрицу поправок и допуски на величину поправок в методике В.А. Коугия [2]). Проверяют выполнение двух условий $\mu_{yp} \leq \mu_0$ и

$\Delta_j \leq t \cdot \mu_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{p_j}}$. Если оба условия выполняются, то процесс поиска грубых

ошибок можно завершить. В противном случае следует опять определить номер измерения k , для которого абсолютное значение произведения $|p \cdot V|$ по результатам второго уравнивания максимально. Далее нужно составить систему из двух уравнений

$$\begin{aligned} g_{j,j} \cdot \Delta_j + g_{j,k} \cdot \Delta_k &= -V_j \\ g_{k,j} \cdot \Delta_j + g_{k,k} \cdot \Delta_k &= -V_k, \end{aligned} \quad (13)$$

в которой поправки V_j и V_k берутся из первого уравнивания сети. Решаем систему и находим два неизвестных Δ_j (повторно) и Δ_k .

Результаты j -того и k -того измерений исправляют поправками Δ_j и Δ_k и выполняют третье уравнивание сети; снова проверяют два условия

$$\mu_{ур} \leq \mu_0 \text{ и } \Delta_k \leq t \cdot \mu_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{p_k}}. \text{ Если условия выполняются, то процесс поиска}$$

грубых ошибок прекращается; в противном случае опять определяют номер измерения l с максимальным значением произведения $|p \cdot V|$ и составляют систему уже из трех уравнений, в которое подставляют поправки к измерениям из первого уравнивания сети

$$\begin{aligned} g_{j,j} \cdot \Delta_j + g_{j,k} \cdot \Delta_k + g_{j,l} \cdot \Delta_l &= -V_j \\ g_{k,j} \cdot \Delta_j + g_{k,k} \cdot \Delta_k + g_{k,l} \cdot \Delta_l &= -V_k \\ g_{l,j} \cdot \Delta_j + g_{l,k} \cdot \Delta_k + g_{l,l} \cdot \Delta_l &= -V_l. \end{aligned} \quad (14)$$

Решают систему уравнений и находят значения трех грубых ошибок.

Циклы уравнивания сети, определения очередного номера измерения с максимальным значением произведения $|p \cdot V|$, составления и решения системы уравнений, проверки двух условий и направления результатов измерений на величину вычисленных грубых ошибок теоретически можно выполнить $(r-1)$ раз, где r - количество избыточных измерений в сети. На практике количество грубых ошибок, как правило, не превышает одной трети от числа избыточных измерений, а количество циклов уравнивания сети всегда на единицу больше количества обнаруженных грубых ошибок измерений.

Чтобы убедиться, что в геодезической сети обнаружены все грубые ошибки, нужно составить контрольное уравнение

$$\Delta_j \cdot \sum g_{i,j} + \Delta_k \cdot \sum g_{i,k} + \Delta_l \cdot \sum g_{i,l} = -\sum V_i, \quad (15)$$

в котором подставляют последние значения вычисленных грубых ошибок и сумму поправок из 1-го цикла уравнивания.

Расхождение левой и правой частей контрольного уравнения при нормальном распределении остальных ошибок измерений не должно превышать некоторого допуска, который можно рассчитать по формуле.

$$\sum V_{дон} = 2.5 \cdot \mu_0 \cdot \sqrt{\sum \left(\frac{g_{i,i}}{p_i} \right)} \quad (16)$$

В формуле (16) $g_{i,i}$ - диагональные элементы G -матрицы, μ_0 - средняя квадратическая ошибка единицы веса до уравнивания.

В заключение укажем ситуации, в котором ни один критерий не может указать конкретное измерение с грубой ошибкой. Во-первых, согласно формуле (7) невозможно решить задачу, например, в одинарном нивелирном ходе, когда в одном репере сходятся всего две линии (секции). Во-вторых, если из k измерений, сходящихся в одной узловой точке, $(k-l)$ измерений содержат одинаковые по величине и направлению ошибки, то любой критерий припишет грубую ошибку одному оставшемуся доброкачественному измерению. И хотя вероятность второй ситуации чрезвычайно мала, при намеренном искажении результатов измерений она все же возможна.

В линейно-угловых сетях с разнородными измерениями применение тех или иных критериев поиска грубых ошибок требует дополнительных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маркузе, Ю.И. Основы уравнительных вычислений/ Ю.И. Маркузе. – М.: Недра, 1990.-240 с.
2. Коугия, В.А. Сравнение методов обнаружения и идентификации грубых ошибок измерений/ В.А. Коугия//Геодезия и картография.- 1998.- №6.- С.23-28

© Н.В. Федорова, 2004

Получено 20.05.00

УДК 528.9

Е.И. Аврунев

СГГА, Новосибирск

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

Исходной основой для проведения работ по инвентаризации земель застроенных территорий и разбивок различного рода инженерных сооружений являются пункты городского геодезического обоснования (ГГО). По принятой классификации ГГО разделяется на опорные геодезические сети (ОГС), геодезические сети сгущения (ГСС) и геодезическое съемочное обоснование (ГСО). Для города Новосибирска ОГС состоят из 4 ступеней (1, 2, 3 и 4 класс), ГСС – из 3 ступеней (4 класс, 1 и 2 разряд) и ГСО, которое представлено теодолитными ходами 1 и 2 порядка. Таким образом, ГГО характеризуется 8 ступенчатым построением, которое уравнено раздельно без оценки точности и без учета ошибок исходных данных. Это обуславливает возможность существенного искажения уравненных элементов всего ГГО и, как следствие, искажение площадей земельных участков, которые необходимы для создания

налогооблагаемой базы в Новосибирске /1,2,3/. Поэтому для города является актуальной проблема реконструкции ГГО, которая в настоящее время активно обсуждается геодезической общественностью.

В рамках этого направления в ПО “Инжгеодезия” создан проект реконструкции ГГО Новосибирска. Он основан на создании нового городского геодезического обоснования с выполнением полного комплекса полевых измерений, как на новых, так и на старых пунктах, которые включаются в ГГО. Уравнивание новой сети предусматривается в государственной системе координат с последующим ее редуцированием в существующую городскую систему координат. Реализация этого проекта требует значительных финансовых затрат, а выдача потребителю нового каталога координат пунктов ГГО возможна только после выполнения всего комплекса геодезических работ.

Учитывая ряд дискуссионных аспектов данного проекта, нами предлагается обсудить следующие основные положения для выполнения реконструкции ГГО Новосибирска:

1. Реконструкция ГГО должна выполняться в старой городской системе координат, в которой выполнено крупномасштабное картографирование и сделан большой объем работ по инвентаризации земель застроенных территорий.

2. Для выработки научно-обоснованного решения об оптимальной схеме и методах реконструкции необходимо выполнить строгую оценку точности урвненных элементов существующего многоступенчатого ГГО, которая в настоящее время отсутствует.

3. Целесообразно преобразовать многоступенчатое ГГО в трехступенчатую геодезическую сеть. Для этого в первую ступень (ОГС) следует объединить государственные триангуляционные сети 2, 3 и 4 классов, во вторую ступень (ГСС) – геодезические сети сгущения 4 класс, 1 и 2 разряда, а в третью ступень (ГСО) отнести геодезическое съёмочное обоснование, прокладываемое с помощью электронного тахеометра с повышенной точностью измеряемых элементов.

4. Необходимо разработать программный продукт, выполняющий строгую совместную математическую обработку, как спутниковых, так и наземных измерений, в многоступенчатом городском геодезическом обосновании с одновременным оцениванием стабильности всех сохранившихся пунктов ГГО. При этом пользователю необходимо выдавать каталог координат пунктов по мере выполнения геодезических измерений.

Для практической реализации этих положений необходимо решить следующие научные задачи:

1. Разработать программный продукт, позволяющий на основании МНК выполнять строгую совместную математическую обработку многоступенчатых городских геодезических построений.

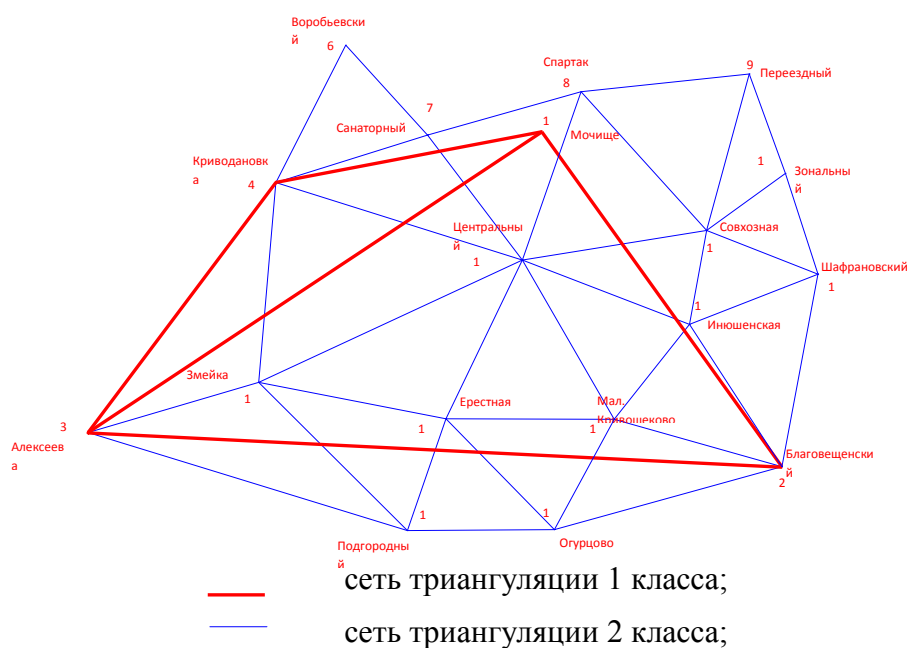
2. Для разработки научно-обоснованной концепции совместной математической обработки результатов измерений в многоступенчатом геодезическом обосновании и оптимальной схемы ее построения выполнить

строгую оценку точности существующих в настоящее время на территории города геодезических сетей.

Решение перечисленных научных задач позволит получить следующие обоснованные решения в проблеме определения оптимальной схемы реконструкции городского геодезического обоснования Новосибирска:

2. Максимально сократить время и, следовательно, расход финансовых ресурсов для выполнения геодезических работ.

4. Получить максимальную точность урвненных элементов трехступенчатого ГГО, удовлетворяющую всем требованиям современного государственного земельного кадастра и разбивок различных инженерных сооружений на городской территории.



Совместную математическую обработку результатов измерений в многоступенчатом ГГО наиболее целесообразно выполнять с использованием алгоритма уравнивания с учетом ошибок исходных данных. Он основан на рекуррентном вычислении матрицы весовых коэффициентов Q для каждого выполненного геодезического измерения, что позволяет организовать вычислительный процесс по выдаче текущего каталога координат пользователю в реальном режиме времени /4/. Модифицированный алгоритм /1/ позволяет выполнять совместную математическую обработку как наземных, так и спутниковых результатов измерений в городской системе координат. Для выполнения оценки точности существующего на территории города многоступенчатого ГГО по рассмотренному алгоритму на кафедре кадастра разработана программа “Terra”, которая способна выполнять строгую оценку точности с учетом как наземных, так и спутниковых результатов измерений.

С использованием программы “Terra” исследования представленной на рисунке 1 схемы ОГС для города Новосибирска выполнялись методом математического моделирования. В этом методе средние квадратические ошибки уравненных элементов определялись из корреляционной матрицы параметров, имеющей следующий вид:

$$K_X = \mu^2 Q = \mu^2 (A^T P A)^{-1}, \quad (1)$$

где A – матрица параметрических уравнений поправок, составленная по соответствующим измерениям;

P – матрица весов результатов измерений, которая определялась исходя из нормативной точности измерений, регламентированных действующими нормативными документами.

За оптимальную принимается такая математическая модель, которая обладает минимальным значением коэффициента оптимизации, вычисляемого по формуле

$$M = \sqrt{\frac{SPK}{N}}, \quad (2)$$

где SPK – след корреляционной матрицы (1); N – число оцениваемых уравненных элементов.

При исследованиях были поставлены следующие научные задачи:

1. Анализ влияния числа измеренных сторон и точности их измерения на среднюю квадратическую ошибку уравненных элементов всех ступеней ГГО.
2. Сравнение точности всех ступеней ОГС, построенных с использованием, как традиционных средств измерений, так и GPS-технологий.
3. Анализ влияния ошибок исходных данных в многоступенчатом варианте построения ОГС.

Для решения выше поставленных научных задач для каждой ступени ОГС были составлены следующие математические модели.

Первая ступень ОГС (геодезическая сеть 1 класса):

Вариант 1. Свободная геодезическая сеть с двумя измеренными длинами линий и относительной точностью линейных измерений $m_S/S=1:400000$. Эта точность регламентирована действующими нормативными документами;

Вариант 2. Геодезическая сеть, в которой измерены все длины линий (линейно-угловое построение);

Вариант 3. Линейно-угловая сеть, в которой линейные измерения выполнены с максимально возможной относительной точностью $m_S/S=1:1000000$. Эта точность обеспечивается применением новейших светодальномеров;

Вариант 4. Геодезическая сеть, в которой все измерения выполнены с использованием GPS-технологий. Инструментальная точность GPS приемников составляет $m_{GPS}=(0.5+0.2 \cdot S_{км})\text{см}$. В относительной мере для сети 1 класса эта точность равна $m_{GPS}/S=1:400000$.

Вторая ступень ОГС (геодезическая сеть 2 класса):

Вариант 1. Геодезическая сеть, в которой исходные пункты триангуляции 1 класса приняты безошибочными величинами. Геодезическая сеть представляет линейно-угловое построение с относительной ошибкой линейных измерений $m_S/S=1:300000$;

Вариант 2. Свободная геодезическая сеть с одним исходным пунктом (Центральный) и одним дирекционным углом. Исходные пункты триангуляции 1 класса в этом варианте отсутствуют. Конструкция сети и точность линейных измерений соответствуют варианту 1;

Вариант 3. В отличие от варианта 2 в свободной геодезической сети линейные измерения выполнены только по её внешнему контуру с относительной точностью линейных измерений $m_S/S=1:300000$.

Вариант 4. Свободная геодезическая сеть в виде линейно-углового построения и относительной точностью линейных измерений $m_S/S=1:1000000$;

Вариант 5. В отличии от варианта 4 в свободной геодезической сети линейные измерения выполнены только по её внешнему контуру;

Вариант 6. Конструкция геодезической сети соответствует варианту 1, оценка точности выполнена с учетом ошибок построения исходной сети триангуляции 1 класса;

Вариант 7. Свободная геодезическая сеть, в которой все измерения выполнены с использованием GPS-технологий. Инструментальная точность GPS приемников, также как в первом классе составляет $m_{GPS}=(0.5+0.2 \cdot S_{км})\text{см}$., а в относительной мере эта точность равна $m_{GPS}/S=1:300000$.

Таблица 1. Результаты оценки точности

ВВид сети	1 класс				2 класс							
	Триан гуляци я	Линейно- угловая		GPS	С учетом исходной сети 1 класса		Свободная сеть					
Точн ость	1:400000		1:10000 00		1:300000				1:1000000		GPS	
В	2	5			37		11	37	11	37	37	
№	1	2	3	4	1	6	3	2	5	4	7	

M	11.3	10.9	9.4	4.1	3.0	13.5	9.16	9.1	5.7	5.67	1.6
M _a	0.93	0.82	0.76	0.24	0.43	1.29	1.23	1.16	0.75	0.74	0.23
M _{I-J}	12.67	11.57	9.98	4.3	2.94	10.26	7.5	7.49	3.8	3.7	1.5

В таблице 1 приняты следующие обозначения: В—число измеренных сторон светодальномером или GPS приемником; №-номер варианта; М-критерий оптимизации для точности положения определяемых пунктов геодезической сети относительно ближайших исходных пунктов; М_a—критерий оптимизации для точности уравненного дирекционного угла; М_{I-J}-критерий оптимизации для точности взаимного положения смежных пунктов.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 1, на основании которых можно сделать следующие выводы:

1. В геодезической сети 1 класса увеличение числа измеренных длин линий приводит к незначительному повышению точности уравненных элементов. Например, точность положения пунктов сети повышается на 3%, СКО уравненного дирекционного угла на 12%, СКО взаимного положения смежных пунктов сети на 9%. В тоже время, повышение точности линейных измерений (от нормативной точности линейных измерений 1:400000 до максимально возможной в настоящее время 1:1000000) приводит к улучшению точности положения пунктов на 17%, ошибки дирекционного угла на 18%, ошибки положения смежных пунктов на 21%. Следует при этом отметить, что для любого варианта точность положения определяемых пунктов примерно соответствует точности взаимного положения смежных пунктов и не удовлетворяет требованиям международного стандарта точности (M_{I-J}=1-2см.).

2. Использование в качестве средств для геодезических измерений GPS-технологий приводит к повышению точности уравненных элементов в среднем на 60%. Но, и в этом случае, точность взаимного положения пунктов не удовлетворяет показателям точности международного стандарта.

3. Следовательно, независимо от конструкции и средств геодезических измерений, сеть первого класса не удовлетворяет требованиям международного стандарта точности и не может быть принята в качестве безошибочной исходной основы для всего городского геодезического обоснования Новосибирска.

4. Оценка точности сети триангуляции 2 класса, выполненная без учета ошибок исходных данных для варианта, когда исходные пункты триангуляции 1 класса принимаются безошибочными, дает существенно искаженные результаты (примерно 70%), которые не соответствуют реальной точности уравненных элементов. Например, СКО положения определяемых пунктов завышена на 78%, СКО дирекционного угла на 67%, а точность взаимного положения смежных пунктов искажена на 71%.

5. Линейно-угловая сеть 1 класса при максимальной точности линейных измерений по точности уравненных элементов примерно сопоставима с точностью сплошной триангуляционной сети 2 класса. Следовательно, использование ее пунктов в качестве безошибочных исходных данных для построения городского геодезического обоснования является недопустимым.

6. Построение триангуляционной сети 2 класса в качестве самостоятельного геодезического построения в виде свободной сети с одним исходным пунктом и одним исходным дирекционным углом (исходные пункты 1 класса не учитываются) приводит к улучшению точности уравненных элементов в среднем на 40%. Например, точность положения пунктов сети повышается на 48%, СКО уравненного дирекционного угла на 43%, СКО взаимного положения смежных пунктов сети на 37%. Отметим, что этот вариант построения геодезической сети соответствует уравниванию геодезического обоснования в городской системе координат.

7. В свободной геодезической сети 2 класса повышение точности линейных измерений (от нормативной точности линейных измерений 1:300000 до максимально возможной в настоящее время 1:1000000) приводит к улучшению точности положения пунктов на 38%, ошибки дирекционного угла на 36%, ошибки положения смежных пунктов на 51%. Вместе с этим, независимо от их точности, линейные измерения достаточно выполнять только по внешнему каркасу сети. Поскольку, для рассматриваемой математической модели, увеличение числа линейных измерений приводит к весьма незначительному улучшению точности уравненных элементов. Полученный вывод соответствует предположениям, выдвинутым В.Г. Конусовым о совершенствовании схемы построения ОГС на городских территориях /5/.

8. При использовании в качестве средств для измерений GPS-технологий точность уравненных элементов в свободной геодезической сети 2 класса повышается в среднем на 70%. При этом ошибка взаимного положения пунктов ($M_{i,j}=1.5\text{см.}$) находится в пределах точности установленной международными стандартами.

Подводя итог выполненным исследованиям, следует отметить, что оптимальной конструкцией первой ступени ОГС является свободная сеть 2 класса с исходным пунктом Центральный. В такой сети в качестве средств для геодезических измерений целесообразно использовать GPS-технологии инструментальная точность которых должна составлять $m=(0.5+0.2*S_{\text{км}})\text{см.}$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев, Е.И., Лесных, А.И. Применение математических моделей в городском кадастре // Тез. докл. На третьем сибирском конгрессе по прикладной и индустриальной математике (ИНПРИМ-98). Новосибирск: Институт математики, 1998. – С.102.
2. Аврунев, Е.И., Миколаенко, А.С., Лесных, А.И. К вопросу о построении геодезической основы городского кадастра // Тез. докл. XL VI науч.-техн. конф. препод. СГГА. Часть 2. - Новосибирск, 1996. - С.53 - 55.
3. Аврунев, Е.И., Жарников, В.Б., Лесных, А.И. К вопросу о геодезическом обеспечении работ по инвентаризации городских земель // Вестник СГГА -1999.-N4-С.48-53.
4. Большаков, В.Д., Маркузе, Ю.И. Городская полигонометрия. – М.: Недра, 1979. – 302с.
5. Конусов, В.Г. Основные проблемные вопросы построения геодезических сетей на территории городов // Материалы всесоюз. науч.-техн. конф. "Совершенствование

программы и схемы построения опорных геодезических сетей на территории городов". - Новосибирск, 1980. - С. 12 - 21.

© *Е.И. Аврунев, 2005*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО РАЗГРАНИЧЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА ЗЕМЛЮ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Начало земельным преобразованиям в Российской Федерации было положено принятием ряда законов: в ноябре 1990 г. законов РСФСР «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» и «О земельной реформе». 25 апреля 1991г. Верховным Советом РСФСР был принят Земельный кодекс РСФСР.

С политической, экономической и правовой позиции эти законодательные акты содержали множество недостатков и не могли быть признаны достаточными для проведения эффективной земельной реформы. Нормы земельного кодекса РСФСР и Закона РСФСР «О земельной реформе», касающиеся собственности на землю были несовершенны, так как предусматривали экономически нежизненные формы собственности: колхозно-кооперативную и коллективно-долевою. Частная собственность на землю согласно этим законам могла быть установлена исключительно на садовые, дачные и подсобные земельные участки.

Данная ситуация привела к тому, что земельная реформа главным образом проводилась на основе подзаконных актов – указов Президента РФ и созданных в соответствии с ними актов Правительства РФ. В указанных актах содержались нормы, регулировавшие вопросы приватизации земельных участков, создания элементов рыночного оборота земельных участков и земельных долей.

Определяющее значение для развития земельной реформы имеет Конституция Российской Федерации, принятая 12 декабря 1993г., которая признала и гарантировала частную собственность на землю (ст. 9 и 36).

Указом Президента Российской Федерации от 24.12.1993г. №2287 «О приведении земельного законодательства Российской Федерации в соответствие с Конституцией Российской Федерации» были признаны недействующими Закон РСФСР «О земельной реформе» и значительная часть норм Земельного кодекса РСФСР. По существу, была упразднена законодательная основа правового регулирования земельных отношений.

Появившийся правовой вакуум стал заполняться отдельными нормами федеральных законов, подзаконными актами, законами субъектов РФ.

На федеральном уровне земельные отношения регулировались 41 федеральным законом, 33 указами Президента Российской Федерации и множеством постановлений Правительства Российской Федерации. Данные нормативные правовые акты, регулирующие земельные отношения, зачастую противоречили друг другу, в разных регионах земельные отношения регулировались на диаметрально противоположных началах.

Основной вектор дальнейших преобразований земельных отношений и совершенствования земельного законодательства был определен в федеральной целевой программе «Развитие земельной реформы в Российской Федерации на 1999-2002 гг.», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 26 июня 1999 г. №694. В Программе были поставлены цели и задачи земельной реформы, намечены сроки и этапы ее реализации. Данная Программа сыграла значительную роль при установлении приоритетов в работе над основными законодательными актами, регулирующими земельные отношения.

С принятием в 2001 г. Земельного кодекса РФ начался новый этап земельной реформы. Этот кодифицированный акт создал основу полноценной правовой базы, регулирующей земельные отношения Российской Федерации. Земельный кодекс Российской Федерации способствовал развитию конституционных принципов многообразия форм собственности на землю, а также учета, использования и охраны в Российской Федерации земли как основы жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории. Земельный кодекс Российской Федерации позволил заложить фундаментальные основы рыночных преобразований в сфере оборота земельных участков, упорядочил отношения по землепользованию и распоряжению земельными участками.

В частности, Земельным кодексом Российской Федерации определены основные принципы земельного законодательства, регулирования земельных отношений, охраны земли, определен перечень и режим вещных прав на землю, порядок и основания возникновения, прекращения и ограничения прав на землю, закреплены права и обязанности собственников земельных участков, а также лиц, владеющих земельными участками на иных правах, определен порядок возмещения убытков и потерь сельскохозяйственного производства и лесного хозяйства при изъятии земельных участков для государственных или муниципальных нужд, заложены основы платного землепользования, мониторинга земель, землеустройства и государственного земельного кадастра, государственного земельного контроля, ответственности за правонарушения в области охраны и использования земель и др.

Важнейшим шагом на пути реформирования системы земельного законодательства наряду с Земельным кодексом Российской Федерации стало принятие Федеральных законов «О разграничении государственной собственности на землю», «О приватизации государственного и муниципального имущества», «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», «О землеустройстве» и др., которые детализируют те или иные подотрасли и институты земельного законодательства.

К основным задачам земельной реформы 2005-2007гг. относятся:

- Создание условий и завершение процесса переоформления прав постоянного (бессрочного) пользования земельными участками на право собственности или аренды;

- Создание условий и завершение процесса разграничения государственной собственности на землю и оптимизация распределения между бюджетами различных уровней доходов, полученных от распоряжения землей;
- Создание условий для перехода к новому земельному налогу и налогу на жилую недвижимость, в том числе формирование полноценного реестра объектов налогообложения и развитие института массовой оценки недвижимого имущества;
- Переход от кадастрового учета земельных участков к кадастровому учету объектов недвижимого имущества и создание кадастра недвижимости, совершенствование требований к формированию объектов кадастрового учета (включая землеустройство и техническую инвентаризацию);
- Совершенствование механизмов установления правовых ограничений по использованию земли и недвижимости, в том числе порядка и условий установления сервитутов, резервирования земель для государственных и муниципальных нужд; обеспечение принятия актов правового зонирования органами местного самоуправления.

Процесс разграничения государственной собственности на землю на собственность Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 745 «Об утверждении федеральной целевой программы «Создание автоматизированной системы государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002-2007гг.)» предполагалось завершить к 2008 г.

По данным Росимущества к указанному сроку должно быть зарегистрировано право собственности Российской Федерации более чем на 150 тыс. земельных участков общей площадью около 1,2 млрд. га, в том числе 5 тыс. земельных участков площадью 2,5 тыс. га, закрепленных за органами государственной власти и их территориальными органами; 29 тыс. земельных участков площадью 147 тыс. га, закрепленных за федеральными государственными унитарными предприятиями; 43 тыс. земельных участков общей площадью 2 млн. га, закрепленных за федеральными государственными учреждениями; 66 тыс. земельных участков общей площадью 330 тыс. га, закрепленных за предприятиями, приватизированными из федеральной собственности.

В 2003-2004годах. были сформированы сведения по 307,6 тыс. земельных участков, в том числе по 106,5тыс. земельных участков, право собственности на которые возникает у Российской Федерации; 46,3 тыс. земельных участков, на которые право собственности возникает у субъектов Российской Федерации, 154,8 тыс. земельных участков, на которые право собственности возникает у муниципальных образований. Информация о сформированных и отправленных сведениях по земельным участкам Новосибирской области на 23.05.2005 приведена в Таблице 1.

Таблица 1

Возникающее право собственности на земельные участки на территории НСО	2002 год	2003 год	2004 год	2005 год	Итого	Распоряжен. правительства
Федеральная	1204	1196	702	204	3306	314
Областная	822	746	27	0	1595	0
Муниципальная	236	1368	1120	162	2886	0
Накопительно	2262	3310	1849	366	7787	314
Распоряжен. Правительства	0	238	76	0	314	314

Правительством Российской Федерации в 2003-2004 годах утверждены перечни, включающие 11975 земельных участка, в том числе 11339 земельных участков, на которые право собственности возникает у Российской Федерации, 591 земельный участок, право собственности на которые возникает у субъектов РФ. 45 земельных участков, на которые право собственности возникает у муниципальных образований (По Новосибирской области Правительством Российской Федерации в 2003-2004 годах утверждены перечни включающие 314 земельных участков, на которые право собственности возникает у Российской Федерации). Право собственности Российской Федерации было зарегистрировано на 6280 земельных участков общей площадью 51,0 тыс. га.

Следует обратить особое внимание, что одновременно с процедурой разграничения государственной собственности на землю сейчас действует процедура регистрации права собственности Российской Федерации на земельные участки, которые признаны находящимися в федеральной собственности федеральными законами (всего 15 федеральных законов). Как показывает практика, такой механизм проведения разграничения государственной собственности на землю более эффективен. На 01.01.2005 по основаниям предусмотренным данными законами зарегистрировано право собственности Российской Федерации на 27,3 тыс. земельных участков площадью 401,8 млн. га. Данный механизм, в случае законодательного изменения схемы разграничения государственной собственности на землю, может быть успешно реализован также по отношению к земельным участкам, находящимся в собственности субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. Итогом работы по разграничению государственной собственности на землю с момента вступления в силу Федерального закона «О разграничении государственной собственности на землю» является зарегистрированное право собственности Российской Федерации на 33,6 тыс. земельных участка общей площадью 401,8 млн. га, что составляет около 33 % от общей площади земель Российской Федерации, права государственной собственности на которые подлежат разграничению. Итогом

работы по разграничению государственной собственности на землю на территории Новосибирской области является зарегистрированное право собственности Российской Федерации на 876 земельных участков общей площадью 6394440.72 га, в том числе в соответствии с Федеральным законом «О разграничении государственной собственности на землю» 242 земельных участка, в соответствии с Федеральными законами 635 земельных участка.

По состоянию на 1 января 2005г. органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления было оспорено включение в перечни 22143 земельных участка, в том числе 16423 земельных участка предлагаемых к отнесению в собственность Российской Федерации, 3758 земельных участков предлагаемых к отнесению в собственность субъектов Российской Федерации и 1962 земельных участка, предлагаемых к отнесению в собственность муниципальных образований.

В территориальные органы Росимущества направлены сведения о 15751 оспариваемых земельных участках, из них в отношении 11865 земельных участков, предлагаемых к отнесению в собственность Российской Федерации, 2914 земельных участка, предлагаемых к отнесению в собственность субъектов Российской Федерации, 972 земельных участка, предлагаемых к отнесению в собственность муниципальных образований, для проведения согласительных процедур.

Оценивая объем проделанной работы по разграничению государственной собственности на землю можно сделать вывод о том, что выполнено не более 33% от ее намеченного объема. Если предположить сохранение подобного темпа работ, процесс разграничения будет завершен не к 2008г., а предположительно к 2023г. Таким образом, существующие условия и порядок разграничения государственной собственности на землю нуждаются в изменении.

Существующий порядок разграничения государственной собственности на землю предусмотренный Федеральным законом "О разграничении государственной собственности на землю" и постановлением Правительства Российской Федерации от 04.03.2002 N 140 "Об утверждении Правил подготовки и согласования перечней земельных участков, на которые у Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований возникает право собственности" неэффективен. Предусмотренные указанными нормативными правовыми актами правила сложны и определяют объективно длительные сроки завершения процесса. Так, подготовка одного перечня земельных участков в случае отсутствия спора по земельному участку и при наличии всех необходимых документов в среднем занимает не менее одного года. Перечни земельных участков пересылаются в различные инстанции шесть раз, и делается три копии всех документов, что влечет за собой высокие материально-технические затраты.

Неэффективность процедуры разграничения государственной собственности на землю подтверждается существующим в настоящее время разрывом между количеством сформированных сведений о земельных участках и количеством зарегистрированных земельных участков (данные приведены

выше). Кроме того, процесс формирования государственной и муниципальной собственности на землю существенно сдерживается несовершенством законодательства, допускающего блокирование процесса разграничения на местах в ходе согласительных и судебных процедур, а также при отказе по неосновательным причинам в согласовании перечней земельных участков, право собственности на которые возникает у Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. Например, все перечни, направленные на согласование в Москву (за исключением одного перечня) на Мурманскую область были возвращены с отклонением в согласовании.

Отдельной проблемой является низкий уровень кадастрового учета земельных участков (их число составляет менее 30% от общего количества земельных участков, сведения о которых сформированы при разграничении государственной собственности на землю).

Концепция предлагаемых изменений: отказ от процедуры согласования перечней земельных участков. Вместо процедуры согласования перечней земельных участков целесообразно установить:

- Обязанность органа государственной власти или органа местного самоуправления одновременно с заявлением о государственной регистрации права собственности на земельный участок уведомить других заинтересованных участников разграничения государственной собственности на землю о подаче такого заявления;

- Срок, в течение которого заинтересованные участники разграничения могут направить свои возражения в отношении права заявителя на рассматриваемый земельный участок;

- Обязанность учреждения по регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним приостановить регистрацию права заявителя на земельный участок, если какой-либо из участников разграничения заявит о наличии возражений.

Возникающие разногласия предлагается устранять путем проведения согласительных процедур, а при невозможности достижения согласия – разрешать в судебном порядке. Такой подход ограничит возможность «блокирования» процессов разграничения государственной собственности на землю со стороны отдельных органов власти и сохранит определенные возможности по защите своих интересов для всех участников процедуры разграничения государственной собственности на землю.

Следующее изменение - отказ от разграничения государственной собственности на землю в отношении земельных участков, права на которые подлежат переоформлению и передача необходимых для этого полномочий органам местного самоуправления. Целесообразно не проводить разграничение государственной собственности на землю в отношении земельных участков, занятых объектами недвижимости, находящимися в частной собственности, а также земельных участков, подлежащих бесплатной передаче в собственность. В этом случае достаточно урегулировать вопросы распределения полномочий и доходов, возникающих в результате распоряжения такими земельными

участками, что позволит избежать необоснованных административных издержек. Такие меры существенно, примерно на 20% уменьшат количество земельных участков, право государственной собственности на которые подлежит разграничению.

Кроме того, необходимо упростить действующий порядок распределения средств, полученных от распоряжения земельными участками. В соответствии с законодательством при продаже земельного участка расположенного под объектом недвижимости, 100% полученных средств направляется в бюджет того уровня власти, которому принадлежало имущество, расположенное на данном земельном участке, до его отчуждения. При аренде такого земельного участка арендная плата распределяется в равном объеме между бюджетами субъекта Российской Федерации и органа местного самоуправления, на территории которых находится данный земельный участок, минуя бюджет Российской Федерации. Поправки в Бюджетный кодекс Российской Федерации, предлагаемые к внесению, устанавливают, что до разграничения государственной собственности на землю средства, полученные как при продаже, так и при сдаче в аренду расположенных под объектами недвижимости земельных участков, распределяются по единой схеме: 15% полученных средств направляется в бюджет Российской Федерации, 35% - в бюджет субъекта Российской Федерации и 50% - в бюджет органа местного самоуправления, на территории которых находится земельный участок, что значительно упрощает действующий порядок распределения средств. Во взаимодействии с новым налоговым законодательством, согласно которому земельный налог является местным налогом, предложенный порядок распределения средств создает стимулы для органов местного самоуправления в содействии процессу приватизации земель, поскольку предполагается, что до приватизации земельного участка органы местного самоуправления будут получать в свой бюджет половину средств, полученных от аренды земельных участков, половину до от его продажи, а после приватизации — всю сумму земельного налога.

Вышеперечисленные концептуальные положения реализованы в проекте поправок Правительства Российской Федерации к принятому 9 июля 2004 г. в первом чтении законопроекту «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации», Федеральный закон «О приватизации государственного и муниципального имущества» и признании утратившим силу Федерального закона «О разграничении государственной собственности на землю» (постановление Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации от 9 июля 2004 г. №868-IV ГД). С принятием законопроекта отпадет необходимость в регулировании отношений в сфере определения компетенции органов государственной власти и органов местного самоуправления по распоряжению земельными участками до разграничения государственной собственности на землю, поскольку с момента его вступления в силу все земли в Российской Федерации будут отнесены к той или иной форме собственности. Уполномоченные органы государственной власти и органы

местного самоуправления смогут распоряжаться соответствующими земельными участками после государственной регистрации права собственности на них. Принятие законопроекта обеспечит ускорение и упрощение процесса разграничения государственной собственности на землю, снижение затрат на его проведение.

© В.В. Шкурин, 2005

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВЕКТОРНОЙ ЗАСЕЧКИ

При выполнении топографических съемок отдельных участков земной поверхности, а также других видов геодезических работ, часто требуются дополнительные геодезические пункты. Их пространственные положения можно определить путем построения пространственной векторной засечки с помощью проведения относительных GPS-измерений [1]. В такой постановке измерительной задачи она будет представлять собой пространственную фигуру, в общем случае n -угольную пирамиду. У этой пирамиды боковые ребра образованы базовыми векторами, в основании располагаются исходные пункты Государственной геодезической сети (ГГС), а в вершине – определяемый пункт. После проведения относительных GPS-измерений с исходных пунктов на определяемый базовые векторы будут определены в общеземной системе координат WGS-84. Численные значения базовых векторов выбираются из протокола работы утилиты “Baselines” программного комплекса “GPSurvey”, либо “Trimble Geomatics Office”. После их преобразования в референционную систему координат СК-42 будут получены векторы относительного положения $\Delta R_i = [\Delta X_i \Delta Y_i \Delta Z_i]^T$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$, n – число измеренных базовых векторов). Длины базовых векторов здесь могут составлять величины от нескольких метров до 20 километров.

Пространственное положение каждого исходного пункта ГГС в каталогах задается в виде плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера и нормальной высоты N в Балтийской системе высот. Их необходимо преобразовать в пространственные прямоугольные квазигеоцентрические координаты, то есть вычислить геоцентрические радиусы-векторы $R_i = [X_i Y_i Z_i]^T$, заданные относительно референц-эллипсоида Красовского 1942 г. При этом следует выполнить переход от системы нормальных высот к геодезическим по формуле

$$H_G = H + \zeta,$$

в которой H_G – геодезическая высота пункта, ζ – аномалия высоты. Аномалия высоты вычисляется по формуле Брунса [2]

$$\zeta = T / \gamma.$$

В ней обозначено: T – возмущающий потенциал гравитационного поля Земли, γ – значение нормального ускорения силы тяжести. Для расчета T используются модели гравитационного поля Земли, представленные в виде рядов с гармоническими коэффициентами разложения высокого порядка и степени.

После этого можно найти значение геоцентрического радиуса-вектора

$R_{pi} = [X_{pi} Y_{pi} Z_{pi}]^T$ определяемого пункта в системе СК-42 по каждому отдельно выполненному GPS-измерению

$$R_{pi} = R_i + \Delta R_i .$$

При равноточных GPS-измерениях базовых векторов пространственное положение определяемого пункта находится как

$$R_p = (\sum R_{pi})/n .$$

Для оценки точности выполненных работ вычисляется значение средней квадратической ошибки единицы веса по формуле

$$\mu = (\sum V_i^2)^{1/2}/n ,$$

в которой

$$V_i = R_{pi} - R_p .$$

На заключительном этапе пространственные координаты определяемой точки преобразуются в плоские прямоугольные координаты и геодезическую высоту. Затем выполняется преобразование высотной отметки из геодезической системы высот в систему нормальных высот. С этой целью в определяемой точке по формуле Брунса вычисляется аномалия высоты ζ , а затем и нормальная высота

$$H = H_{\Gamma} - \zeta .$$

Описанный метод используется для проведения производственных работ в течение нескольких лет. Процесс обработки результатов измерений полностью автоматизирован. Для чего на алгоритмическом языке ПАСКАЛЬ составлена программа, на вход которой подается текстовый файл протокола работы утилиты “Baselines” программного комплекса “GPSurvey”, либо “Trimble Geomatics Office”, координаты и высотные отметки исходных пунктов ГГС. Итогом работы программы являются координаты (плоские прямоугольные, геодезические и пространственные прямоугольные) в системе СК-42. Следует отметить, что упрощенные варианты уравнительных вычислений пространственной векторной засечки реализованы и в вычислительной среде MICROSOFT EXEL.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дударев В.И. Некоторые аспекты построения и уравнивания геодезических сетей сгущения с использованием GPS-технологий//Современные проблемы геодезии и оптики: Сб. материалов ЛП международной науч.-технической конф., посвященной 70-летию СГГА. 11-21 марта 2003 г. Ч. III/СГГА.- Новосибирск, 2003.-355 с.
2. Закатов П.С. Курс высшей геодезии. Изд. 4, перераб. и доп. - М.: Недра, 1976. - 511 с.

© В.И Дударев

ОКОНТУРИВАНИЕ ВЫПУКЛОЙ ГРАНИЦЫ ТРИАНГУЛЯЦИИ ПИКЕТОВ

Во многих разделах науки и техники таких как: цифровая фотограмметрия, авиационная навигация, геология, разработка тренажерных комплексов, 3D - моделирование, компьютерная игровая индустрия и др. стоит задача создания модели рельефа земной поверхности конкретного участка местности. Зачастую на данный участок можно найти уже готовые цифровые карты требуемого масштаба, содержащие информацию о рельефе в виде изолиний, отметок высот, отметок урезов воды и т.п. Вообще говоря такая карта уже является некоторой моделью рельефа, однако она мало приспособлена для дальнейшего машинного использования, ее необходимо преобразовать в вид, удобный для применения.

В настоящее время получили распространение два основных вида цифровых моделей - триангуляционное и матричное представление рельефа. На практике обычно используется кусочно-линейная интерполяция либо непосредственно по набору пикетов в виде нерегулярной триангуляционной сети (triangulated irregular network - TIN), либо с предварительной переинтерполяцией на регулярный в плоскости XY массив точек. В последнем случае модель обычно обозначается как DEM (digital elevation model), или матрица высот (рис.1).

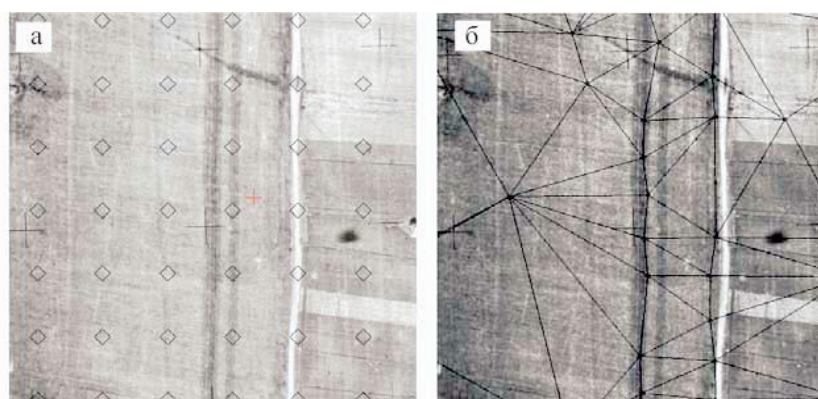


Рис. 1 Модели: а -регулярная (DEM); б - нерегулярная (TIN)

Матрица рельефа представляет собой регулярную двумерную таблицу, координатно-привязанную к местности, в ячейках которой хранятся значения высот, соответствующие либо центру ячейки, либо среднему значению высоты по площади данной ячейки. Основное достоинство матрицы - возможность быстрого доступа к ее элементам, недостаток - большие объемы хранимой и зачастую избыточной информации. Представление в виде матрицы высот очевидно проще при обработке, однако обеспечивает существенно меньшую точность модели.

Триангуляционная модель представляет собой сеть треугольников, опирающихся своими вершинами на нерегулярно-расположенные на земной поверхности точки[1,2]. Плоскости треугольников аппроксимируют рельеф местности. Во многих случаях, особенно когда исходных точек немного и они расположены нерегулярно, данная модель описывает рельеф значительно более экономно, чем матрица, с точки зрения объемов хранимой информации. Следует отметить, что существуют достаточно эффективные методы пересчета одной модели в другую.

Несмотря на то, что методы триангуляции (разбиение пространства на треугольные области) развиваются уже достаточно продолжительное время и библиографический список, посвященный этим вопросам, весьма внушителен, например [3,4,5 и др.], до сих пор является актуальной разработка методов триангуляции, оптимизированных с точки зрения создания модели рельефа по исходным данным типа изолиний и отметок высот.

Классический подход к триангуляции - построение сети с выпуклой (в проекции на плоскость XY) границей. Это условие существенно для многих алгоритмов построения и обработки TIN. На практике, как правило, входной массив пикетов более или менее равномерно распределен по области. При этом триангуляция Делоне хорошо работает внутри области, однако на границе может возникать множество треугольников с очень острыми углами (рис.2а), что, с учетом конечной точности вычислений на компьютере, приводит к ухудшению стабильности алгоритмов и ошибкам при обработке модели.

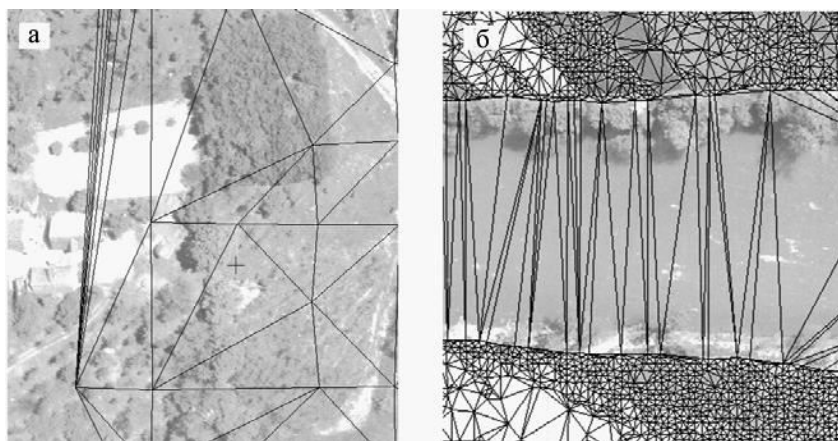


Рис. 2 а - краевые эффекты TIN с выпуклой границей; б - последствия неравномерного распределения пикетов

Кроме того, в пределах области интереса могут иметься специфические регионы, внутри которых отсутствуют пикеты, что также приводит к возникновению "неправильных" треугольников, как на рис. 26. Поскольку во многих ситуациях для заданного набора входных точек невозможно построить выпуклую триангуляцию, избавленную от подобных граничных эффектов, для исправления ситуации вносят изменения во входные данные, по возможности не ухудшающие точность или выполняют автоматическое оконтуривание триангуляции по допустимой длине ребра.

Известно, что триангуляция множества точек приводит к формированию выпуклой границы.

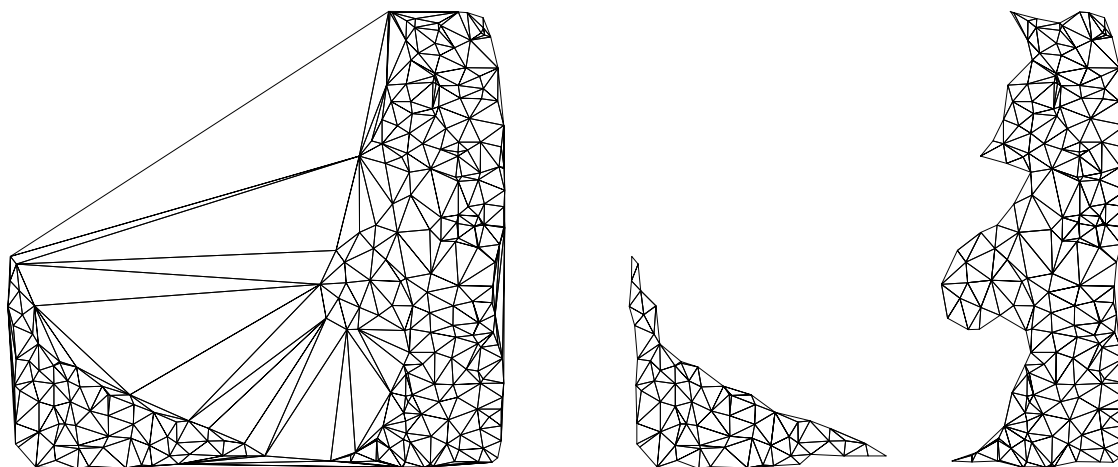


Рис. 3 Оконтуривание выпуклой границы триангуляции

На рис.3 представлены результаты триангуляции. Слева – триангуляция без оконтуривания с выпуклой внешней границей. Справа - результат оконтуривания с невыпуклой внешней границей.

Идея автоматического оконтуривания основана на подходе, который реализует удаление ребер внешней границы, длина которых превышает установленный пользователем допуск. Этот подход реализован в рамках следующего алгоритма:

Формируется двунаправленный список ребер внешней границы (или берется непосредственно из триангуляции, предложенной выше).

Для каждого ребра вычисляется вес, в качестве которого используется длина ребра (точнее, квадрат этого расстояния).

Ребра с весами помещаются в сортирующий контейнер, где они отсортированы в порядке убывания весов – длин ребер.

Выполняется циклическая процедура:

Для крайнего ребра (с максимальной длиной) выполняется сравнение с допуском.

Если длина ребра превышает допустимое значение, ребро удаляется из контейнера, а вместо него вставляются два ребра внутренней грани, которая опирается на это ребро. Внутренняя грань помечается, как удаленная. Переход на начало цикла.

Если длина меньше допуска – выполняется завершение цикла.

Выполняется модификация массивов вершин триангуляции и индексов граней. В результате этой модификации удаляются грани помеченные, как удаленные.

Программная реализация данного алгоритма дополнена следующими возможностями:

Возможно инициализировать выполнение этого алгоритма не только для внешней границы, но и внутри триангуляции. Так для внутренней грани, длина ребра которой превышает допуск, формируется граница и выполняется ее развитие. Таким образом можно ограничивать внутренние «дыры» в множестве точек (или менее плотные участки).

При развитии границы возможно ситуация, когда все грани вокруг некоторой вершины будут удалены. Такая вершина тоже должна удаляться из набора данных. Можно контролировать число таких удаленных точек. Ограничение на развитие границы (вернее «съедания» граней) по числу исключенных вершин реализовано в программе (рис. 4). Данный допуск задается в относительных величинах – в виде процентов от общего числа точек и изменяется от 0% до 100%. В этом случае, можно задавать только один допуск – ограничение на число удаляемых вершин (без ограничения длины ребра).

Параметры могут задаваться в различных комбинациях.

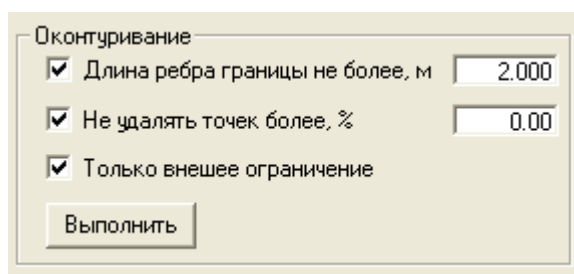


Рис. 4 Перечень возможных параметров оконтуривания

В заключение хотелось бы отметить, что идеи автоматического оконтуривания реализованы в отдельной версии программы, которая используется для автоматизированного определения участков воздушной лазерной съемки, выявления возможных «дыр» в съемке. Это необходимо для ежедневного контроля съемки и последующего суточного планирования полевых съемочных работ. Эту же программу можно использовать на предмет анализа съемки, произведенной традиционным способом. Здесь отметим, что возможны и другие, более эффективные, подходы к контролю результатов съемки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ястребов А. И., Рогачев А. В. Модификация триангуляции Делоне для создания моделей рельефа. Геодезия и картография, № 1, 2005 г.
2. Скворцов А.В. "Триангуляция Делоне и ее применение" изд. Томского ун-та, 2002 г.
3. Майкл Ласло. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ - М.: "Издательство БИНОМ", 1997. - 304 с.
4. Jonathan Richard Shewchuk, Delaunay Refinement Algorithms for Triangular Mesh Generation, Computational Geometry: Theory and Applications 22(1-3):21-74, May 2002.
5. De Floriani L., Bussi S., Magillo P.. Triangle-Based Surface Models // Tech. Rep. PDISI-98-05, Computer and Information Science Department (DISI), University of Genova, Italy, 1998.

© Л.И. Чернова, 2006

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПО МЕТОДУ ПОЛЮСОВ

Теория полюсов является законченной теорией интерполяции, которая является оригинальным обобщением точечной интерполяции Лагранжа. Основной задачей теории полюсов является математическое описание кривых и поверхностей.

Понятие полюса ввел Поль де Кастельжо в 1958 г. при разработке математических основ САПР автомобилестроительной фирмы «Ситроен». Однако использование этой теории для интерполяции и задач, связанных с сохранением непрерывности восстанавливаемых функций, относится к 1981 г. Первая монография по теории полюсов была представлена Академией Безансона (Франция) в 1983 г. В России эта теория опубликована 1988 г. в монографии [1].

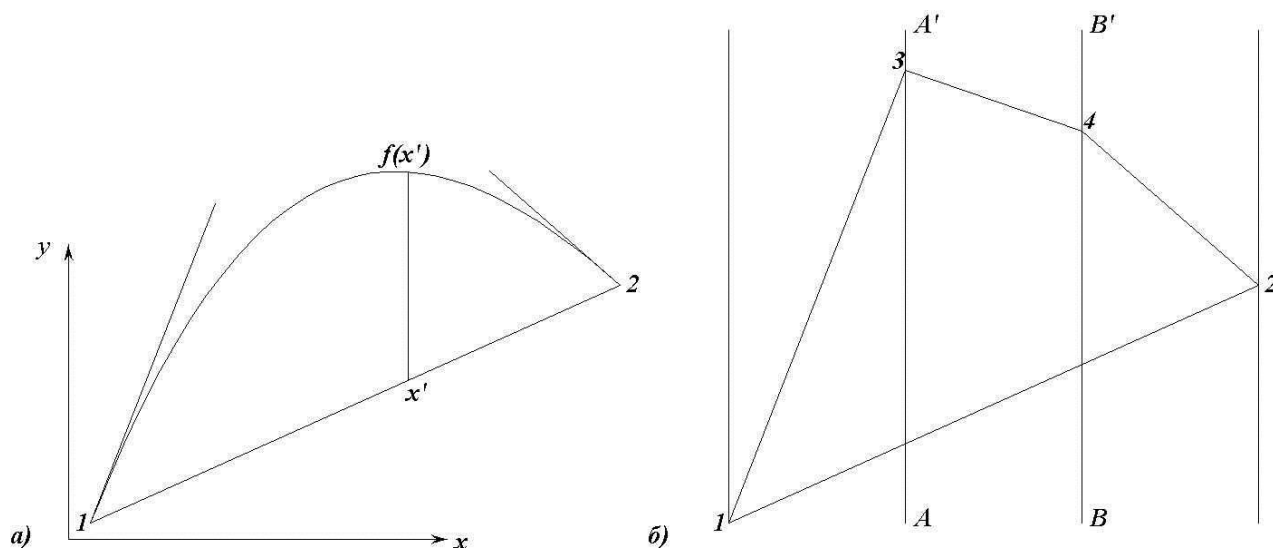


Рис. 3. Графический способ решения сплайна

Рассмотрим графический способ решения уравнения для x' :

Для сплайна на рисунке 3а строится ломаная линия из точек 1-3-4-2

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d.$$

(рис.3б), которая называется *характеристическим многоугольником*. Точки 3 и 4 получаются в результате пересечения касательных сплайна и прямых AA' и BB'. Прямые AA' и BB' по направлению совпадают с осью ординат y и имеют следующие значения абсцисс

Прямые AA' и BB' делят отрезок 1-2 на 3 равные части.

Точки характеристического многоугольника 1-3-4-2 называются *полюсами*.

$$x_{AA'} = x_1 + \frac{1}{3}(x_2 - x_1), \quad x_{BB'} = x_1 + \frac{2}{3}(x_2 - x_1).$$

Они образуют 3 отрезка, поэтому характеристический многоугольник называется характеристическим многоугольником 3-го порядка.

Вычисление $f(x')$ состоит из 3 этапов.

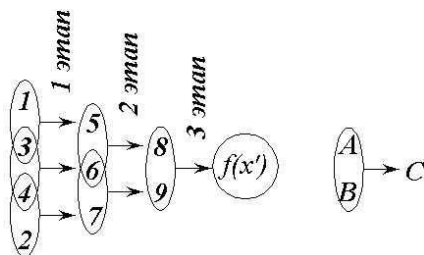


Рис. 4. Этапы вычисления $f(x')$

На первом этапе по отрезкам 1-3, 4-3 и 4-3 вычисляются точки 5, 6 и 7, из которых формируется ломаная линия 5-6-7 и называется характеристическим многоугольником 2-го порядка. На втором этапе по отрезкам 5-6 и 6-7 вычисляются точки 8 и 9, которые образуют характеристический многоугольник 1-го порядка. На последнем этапе на отрезке 8-9 вычисляется искомая точка $f(x')$.

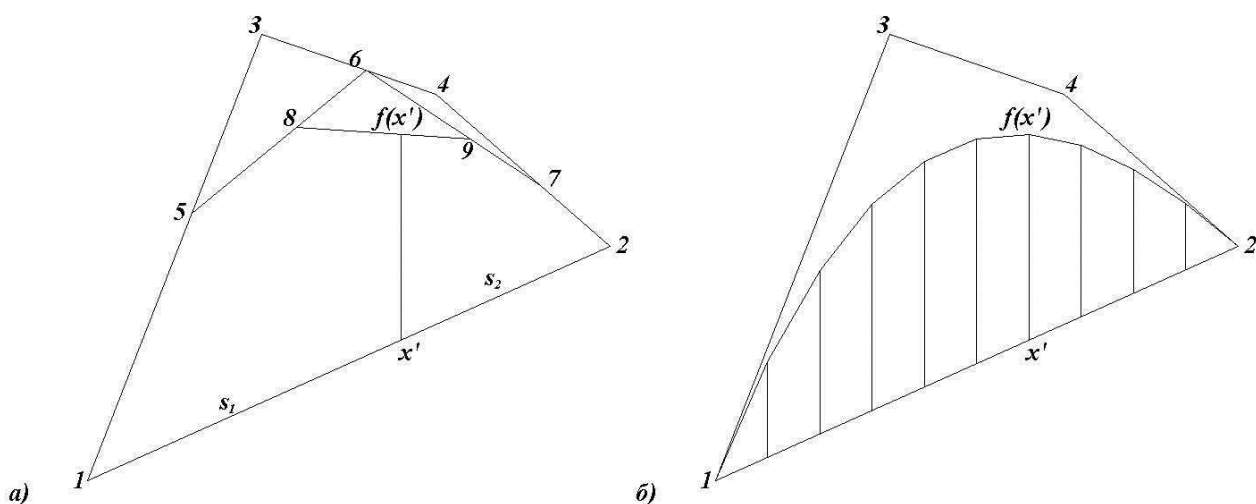


Рис. 5. Вычисления значений сплайна по теории полюсов

При вычислении полюсов 5, 6, 7, 8, 9 и $f(x')$ исходные отрезки делятся на две части пропорционально s_1 и s_2 . Для длин отрезков можно записать

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{|1-5|}{|5-3|} = \frac{|3-6|}{|6-4|} = \frac{|4-7|}{|7-2|} = \frac{|5-8|}{|8-6|} = \frac{|6-9|}{|9-7|} = \frac{|8-f(x')|}{|f(x')-9|}.$$

При вычислении координат всех полюсов удобно пользоваться параметрическим выражением,

где t – параметр для x' в частях отрезка 1-2. Более надежное (независимо от

$$x_C = x_A + t * (x_A - x_B), \quad y_C = y_A + t * (y_A - y_B), \quad t = (x' - x_1) / (x_2 - x_1),$$

ориентации осей координат) определение t , как $t = s_1/s$. Отрезок 8-9 определяет

касательную линию к кривой в точке (x', y') . На рисунке 5б представлены результаты вычисления $f(x)$ при $t = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$ и 0.9 .

В результате итерационного процесса, очень надежного и удобного для ЭВМ, эффективно вычисляется по x' значение функции $f(x')$ без явного вычисления коэффициентов a, b, c и d .

Представленный способ, основанный на интерполяционной теории полюсов, может использоваться не только для кривых 3-го порядка. Так на рисунках 6а и 6б представлены примеры вычисления кривых 5-го порядка. Другим важным свойством теории полюсов является гибкое управление параметрами кривых в результате перемещения полюсов характеристического многоугольника.

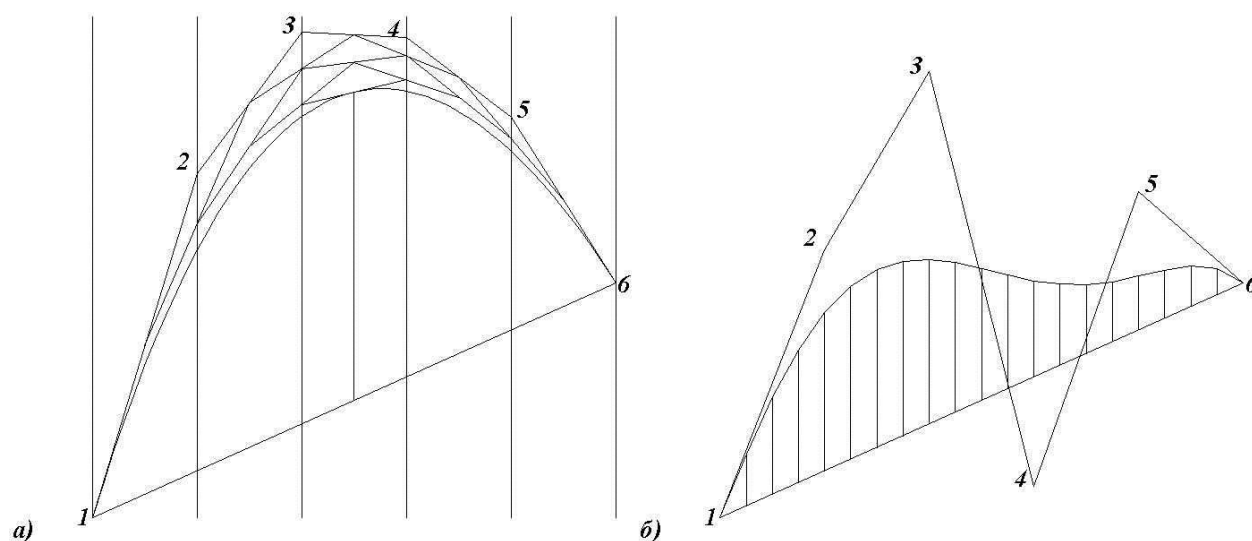


Рис. 6. Примеры вычисления кривых 5-го порядка

На рисунках 7а и 7б показаны кривые 3-го порядка полученные в результате перемещения полюсов характеристического многоугольника рис.3б.

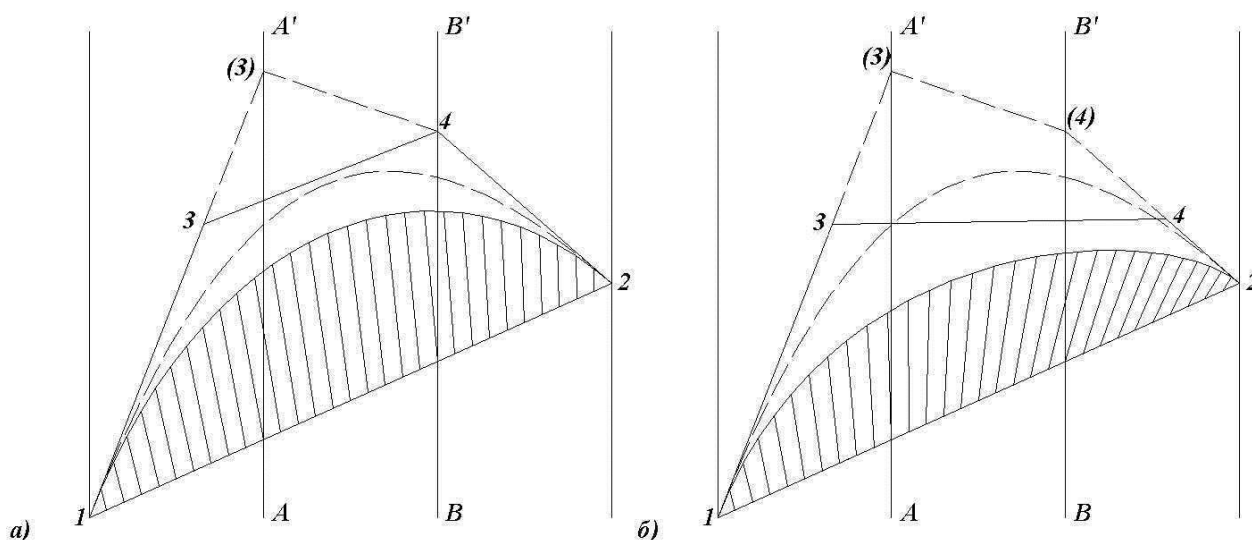


Рис.7. Кривые 3-го порядка при различном перемещении полюсов

Исходная кривая и характеристический многоугольник показаны пунктирными линиями. Необходимо отметить, что ограничивающие касательные линии кривых 3а, 7а и 7б совпадают.

Общий алгоритм вычисления точки кривой n-го порядка можно записать следующим образом:

```
For k=1 to n
For i=1 to n-k
 $X(i) = X(i) + (X(i) - X(i+1)) * T$ 
 $Y(i) = Y(i) + (Y(i) - Y(i+1)) * T$ 
 $Z(i) = Z(i) + (Z(i) - Z(i+1)) * T$ 
Next i
Next k
```

Здесь $X(i)$, $Y(i)$, $Z(i)$ при $i=1,2,\dots,n$ координаты точек характеристического многоугольника, а T – местоположение определяемой точки, выраженное в частях длины кривой.

После работы алгоритма значения $X(1)$, $Y(1)$ и $Z(1)$ содержат координаты определяемой точки.

Способ, основанный на интерполяционной теории полюсов, может использоваться не только для кривых, но и для поверхностей [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шенен П., Коснар М., Гардан И. др. Математика и САПР: в 2-х кн. Кн. 1. Пер. с франц.-М.: Мир, 1988.-204 с., ил.
2. Чернова Л.И. Теория полюсов, использованная при создании цифровой модели рельефа // Сборник научных трудов «Проблемы освоения минеральной базы Восточной Сибири», 4 выпуск. -Иркутск: ИрГТУ,2004. – с.328 – 332.

© Л.И. Чернова, 2006

ОРИЕНТИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ МИХРАБОВ МЕЧЕТЕЙ В СТОРОНУ МЕККИ

В настоящее время в Казахстане идет бурное строительство мечетей. Не исключением стал и Восточный Казахстан, где запланировано строительство новых мечетей в следующих населенных пунктах: г. Усть-Каменогорск, г. Зыряновск, г. Зайсан, п. Молодежное, с. Курчум, с. Акжар, с. Катон-Карагай, с. Самарское.

При строительстве мечетей обязательным условием является ориентирование михрабов мечетей (ниша в стене) в сторону Мекки.

Мекка - главный священный город мусульман в Хиджазе (Саудовская Аравия), один из трех (наряду с Мединой и Иерусалимом) священных городов ислама, родина основателя исламской религии Пророка Мухаммеда. Здесь расположена главная святыня ислама Кааба.

Пять раз в день мусульмане всего мира совершают молитву - намаз, обратившись при этом лицом к Мекке, где находится Кааба, что, является основным условием чтения намаза.

Для ориентирования направлений михрабов мечетей используют азимуты направлений линий. Трудность в определении азимутов составляет то, что населенные пункты находятся в различных зонах проекции Гаусса-Крюгера.

Каждая зона проекции Гаусса-Крюгера представляет собой сферический двуугольник, развернутый на плоскость (рисунок 1).

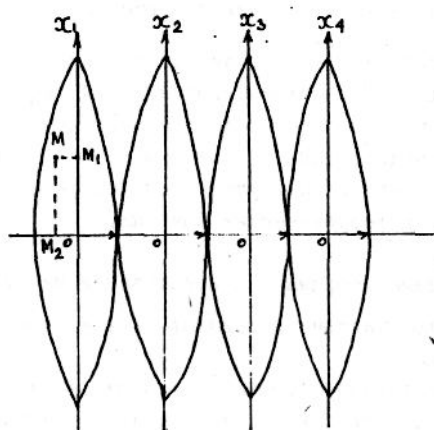


Рисунок 1

Положение точки M на плоскости определяется двумя отрезками $MM_2 = X_m$ и $MM_1 = Y_m$. Эта система координат является основной при топографических и инженерно-геодезических работах.

При решении различных инженерных задач в основном используются прямоугольные координаты, являющиеся секретным материалом. Поэтому при

наличии лишь географических координат решается задача перевычисления географических координат в прямоугольные.

Из математики известно, что первая производная функции есть тангенс угла наклона, составленного касательной с положительным направлением оси X (рисунок 2).

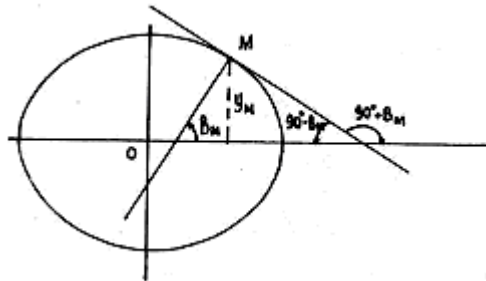


Рисунок 2

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}(90^\circ + B) = -\operatorname{ctg} B \quad (1)$$

Уравнение эллипса в виде

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

продифференцируем по X и Y

$$\frac{2x dx}{a^2} + \frac{2y dy}{b^2} = 0 \quad (3)$$

В результате преобразований получим

$$x_M = \frac{a \cos B_M}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_M}} \quad (4)$$

$$y_M = \frac{a(1 - e^2) \sin B_M}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_M}}, \quad (5)$$

где a – большая полуось референс-эллипсоида;

e^2 – квадрат первого эксцентриситета меридианного эллипса, которая определяется по формуле:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (7)$$

B_M – геодезическая широта точки M.

Выражения (4) и (5) выражают искомую связь между геодезической широтой B и координатами X, Y в плоскости меридианного эллипса.

Основные формулы проекции Гаусса-Крюгера устанавливают взаимосвязь между геодезическими координатами B, L точки эллипсоида и прямоугольными координатами X, Y проекции этой точки на плоскость Гаусса-

Крюгера. В общем случае закон отображения эллипсоида на плоскость имеет вид:

$$\begin{aligned} X &= f_1(B, L), \\ Y &= f_2(B, L), \end{aligned} \quad (8)$$

Очевидно, что, закон отображения определяется видом аналитических функций f_1 и f_2 . При выборе функций f_1 и f_2 в проекции Гаусса-Крюгера накладываются следующие условия:

1. Осевой меридиан зоны изображается на плоскости прямой линией, принимаемой за ось X , поэтому при $l=0$ и $Y=0$.

2. Для всех точек осевого меридиана абсцисса X равна дуге меридиана x от экватора до точки с заданной широтой, поэтому

$$X = f_1(l=0) = x. \quad (9)$$

При использовании микрокалькуляторов с числом разрядов 10 и больше для перевычисления координат удобно пользоваться следующими формулами:

$$X = 6367558,4969 B''/p'' - \{a_0 - (0,5 + (a_4 + a_6 l^2) l^2) N\} \sin B \cos B, \quad (10)$$

$$Y = (1 + (a_3 + a_5 l^2) l^2) l N \cos B \quad (11)$$

$$\text{где } l = \frac{(L - L^0)''}{\rho''};$$

L - долгота пункта;

L^0 - долгота осевого меридиана.

$$N = 6399698,902 - [21562,267 - (108,973 - 0,612 \cos^2 B) \cos^2 B] \cos^2 B \quad (12)$$

$$a_0 = 32140,404 - [135,3302 - (0,7092 - 0,0040 \cos^2 B) \cos^2 B] \times \cos^2 B \quad (13)$$

$$a_4 = (0,25 + 0,00252 \cos^2 B) \cos^2 B - 0,04166 \quad (14)$$

$$a_6 = (0,166 \cos^2 B - 0,084) \cos^2 B \quad (15)$$

$$a_3 = (0,3333333 + 0,001123 \cos^2 B) \cos^2 B - 0,1666667 \quad (16)$$

$$a_5 = 0,0083 - [0,1667 - (0,1968 + 0,0040 \cos^2 B) \cos^2 B] \cos^2 B, \quad (17)$$

где B - геодезическая широта пункта.

Значения ординат при этом получают относительно осевого меридиана зоны.

Азимуты линий, ориентированных на Мекку, определяют, решая обратную геодезическую задачу:

$$tgA = tgr = \frac{\Delta Y}{\Delta X}, \quad (18)$$

где ΔY – разность ординат г. Мекки и населенного пункта, вычисляемого по формуле:

$$\Delta Y = (111,1 \Delta L) \pm \Delta Y_{\text{нас. пункта}} - \Delta Y_{\text{Мекки}},$$

где ΔL – разность долгот между осевыми меридианами зон, градусы;

111,1 – длина дуги меридиана в 1° , км;

ΔX – разность абсцисс г. Мекки и населенного пункта:

$$\Delta X = \Delta X_{\text{нас. пункта}} - \Delta X_{\text{Мекки}}.$$

Прямые и обратные азимуты линии определяют по известным формулам:

$$A_{np} = A + \gamma, \quad A_{обр} = A + \gamma + 180^\circ \quad (19)$$

где γ – угол сближения меридианов:

$$\gamma = \Delta \lambda * \sin \varphi,$$

где $\Delta \lambda$ – разность долгот меридианов;

φ – средняя широта двух точек, для которых подсчитывают сближения меридианов.

При наличии ошибок в определении геодезических координат населенных пунктов, равных $1''$ точность определения азимута направления составляет $1''$, что является вполне приемлемой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 1 Чаботарев А.С. Геодезия. Часть I. – М.: Геодезиздат, 1948
2. 2 Закатов П.С. Курс высшей геодезии. - М.: Недра, 1976
3. Мұхиддин Исаұлы, Қайрат Жолдыбайұлы Ислам ғылымхалы, 2005

© К.Б. Хасенов, К.М. Калеева, М.Е. Рахымбердина, 2006

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Для эффективной эксплуатации магистральных переходов на территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов предприятиям и организациям приходится решать следующие задачи:

- Выполнение геодезического мониторинга качества строительства подводных переходов трубопроводов через водные преграды;
- Геодезический мониторинг технического состояния подводных переходов трубопроводов через водные преграды, находящихся в эксплуатации, приборное и водолазное обследование трубопроводов (диагностика);
- Геодезическое обеспечение гидрографических работ;
- Геодезическое обеспечение реконструкции и ремонта подводных переходов трубопроводов, включая подводные земляные работы, работы по строительству и ремонту подводных сооружений;
- Геодезическое обеспечение подводно-технических работ – водолазных обследований, водозаборов, трубопроводов, плотин, мостовых опор; поиск и подъём затонувшей техники наземные топографические съёмки масштабов 1:500–1:5000.

Геодезический мониторинг может быть успешно реализован с помощью приборного комплекса, применяемого в фирме «Возрождение».

Приборный комплекс для производства работ по обследованию русловой части подводных переходов трубопроводов и выполнения гидрографических съёмок включает:

- Спутниковую систему позиционирования судна Trimble 5700 в режиме RTK (Real Time Kinematic);
- Двухчастотный промерный эхолот BATHY-1500;
- Гидролокатор бокового обзора C-Max;
- Акустический профилограф Benthos CAP-6600 CHIRP-II;
- Трассоискатель судовой электромагнитный, для определения планово-высотного положения трубопровода в русле.
- Персональные компьютеры типа Notebook со специализированным программным обеспечением для решения навигационных задач и производства съёмочных работ.

Размещение комплекса на съёмочном судне.

Судно B2 Marine



Оборудование установленное в каюте



Промерные работы.

Двухчастотный гидрографический эхолот
Bathy 1500 с запоминающим устройством эхограмм с излучателем
200/24 kHz (6/22 градуса), точность измерений 0-40m – ± 2.5 cm,
вывод данных - NMEA0183 Version 1.5 - 2.1.



Общий вид эхолота

Съёмка акватории. 15 ноября 2005 г.



Забортное крепление излучателя эхолота

Гидролокационные работы.

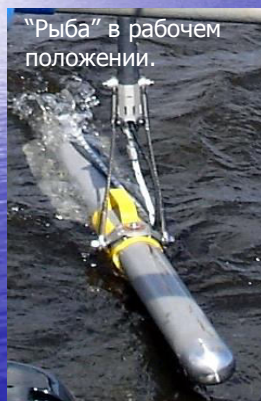
Цифровой гидролокатор бокового обзора (ГБО) позволяет производить работы как на малой глубине с очень высоким разрешением (до 0,2 градуса), так и на глубине до 2000 метров.

Рабочие частоты - 325кГц (HF) или 780кГц (EF).

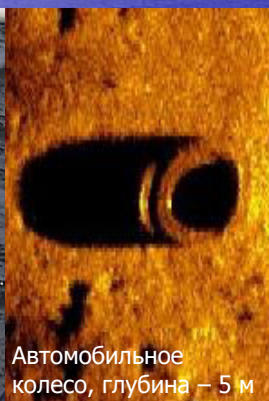
Ширина полосы обзора от 12,5 м (780кГц) до 150 м (325кГц) на борт.

Разрешение записи - 78 мм поперек движения для LF и HF, 39 мм для EF;

Буксируемое устройство «рыба» 1,24 м длиной; вес - 18,0 кг в воздухе.



«Рыба» в рабочем положении.

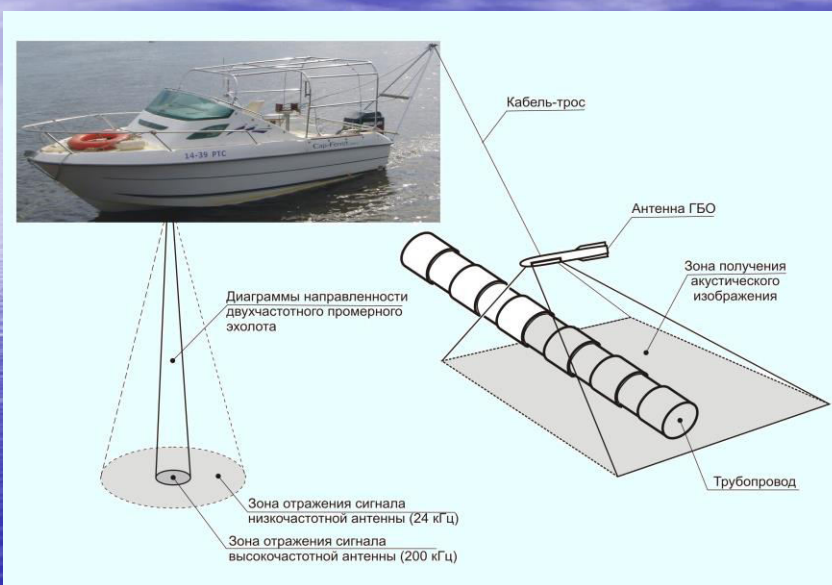


Автомобильное колесо, глубина – 5 м

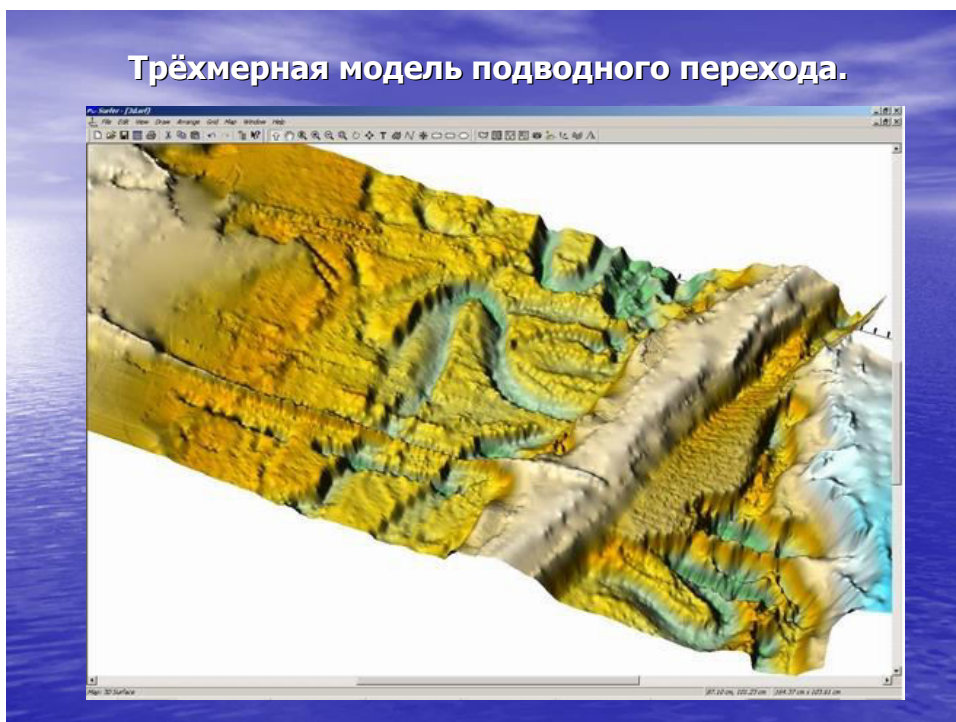


Участок оголённого трубопровода 1020 мм глубина – 10 м

Комплексные работы по обследованию с использованием двухчастотного промерного эхолота и ГБО.



Трёхмерная модель подводного перехода.



На основе опыта эксплуатации приборного комплекса в фирме Возрождение можно сделать следующие выводы. Для определения планово-высотного положения трубопровода в русле эффективно использовать электромагнитную трассопоисковую систему в активном режиме локации, плюс акустический профилограф, желательнo использующий CHIRP-технологию. Этой связки будет достаточно для уверенного обнаружения трубопровода и определения толщины грунта над его верхней образующей на мелководье, с общей глубиной трубопровода до 7-8 метров (используется трассопоисковая система). В районах с большой (20-30 метров) глубиной воды и относительно неглубоким (3-5 метров) залеганием трубопровода используется акустический профилограф. Причем, оба метода могут быть использованы параллельно, в целях взаимного контроля. Участки, имеющие большую толщину водного слоя и при этом, глубоко расположенный трубопровод чрезвычайно редки. Как правило, такие переходы построены методом горизонтально-направленного бурения (ГНБ) и не требуют постоянного мониторинга.

© П.П. Мурзинцев, Г.А. Гринь

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Целью данной работы является анализ выбора программного обеспечения автоматизации процесса обработки геодезической информации.

Камеральная обработка результатов геодезических измерений, инструментальные средства обработки, электронные геодезические приборы, цифровая модель местности.

1.1. Автоматизация обработки результатов геодезических измерений.

Камеральная обработка результатов геодезических измерений является одной из важнейших частей процесса по получению цифровой модели местности. На самом деле, камеральная обработка результатов требуется практически при любых геодезических работах - начиная от работ по геодезии в строительстве, и заканчивая обработкой полевых измерений при топографических съемках и т.д. Но если при геодезических работах, связанных со строительством объем работ по камеральной обработке относительно невелик, то при камеральной обработке результатов измерений топографических съемок объем становится весьма большим. Это связано со спецификой этих работ - высокая точность требует специальных методов как проведения собственно измерений, так и камеральной обработки их результатов. Это рождает за собой определенные проблемы, к которым относятся:

1. Недопущение ошибок при обработке информации;
2. Длительное время самой обработки из-за ее большого объема.

Но так как исполнителем работ является человек, то нельзя полностью гарантировать отсутствие ошибок. Когда камеральную обработку выполняет человек с большим опытом проведения подобных работ, то риск подобных ошибок снижается, уменьшается и время, требуемое на проведение обработки. Но когда подобную работу выполняет человек, не имеющий подобного опыта, то риск появления ошибок, многократно возрастает. Это притом, что камеральная обработка в принципе является достаточно легко формализуемым процессом. В связи с этим встает вопрос об повышении автоматизации результатов геодезических измерений. Это приводит, во-первых, к большой выгоде во времени, а, во-вторых, это дает некую гарантированность от человеческих ошибок. Практика показывает преимущество подобного подхода. В настоящее время ручная обработка результатов геодезических измерений встречается крайне редко.

1.2. Предпосылки к автоматизации обработки результатов геодезических измерений.

В последнее время развитие электронной техники и технологии можно сравнить с лавинообразным процессом, чем выше настоящий уровень компьютерной технологии, тем, соответственно быстрее идет ее развитие. Это связано с тем, что в данном случае существующие технологии служат одновременно и ресурсом, необходимым для ее развития. Увеличиваются мощности технологий, снижается стоимость их производства и, как следствие всего этого, проникновение их практически во все сферы жизни общества.

1.3.Различные подходы к автоматизации.

В геодезии существует два подхода к автоматизации обработки информации – использование специализированного программного обеспечения и использование универсальных средств в целях автоматизации обработки результатов геодезических измерений.

В основном специализированное программное обеспечение изначально предназначается для решения достаточно узкого круга задач, и расширению поддается с трудом. Поэтому, если решение данной задачи лежит в пределах возможностей данного специализированного программного обеспечения, то тогда задача с ее использованием решается, но если изначально оно не создавалась для работы с таким типом задач, то решить задачу с использованием данной системы будет весьма проблематично.

Таких проблем не возникает при использовании универсальных средств обработки информации, т. к. в этом случае все алгоритмы работы создаются «с нуля», что обеспечивает их наилучшую приспособленность к решению возникшей задачи по автоматизации, но возникают проблемы иного характера. Разработка качественной технологии автоматизации – это весьма трудоемкий процесс, занимающий иногда достаточно много времени. Конечно, это новая технология потом окупается, но только при достаточно большом объеме работ подобного типа.

Поэтому необходимо четко представлять возможности различных инструментальных средств для того, чтобы отдать предпочтение той или иной из них при решении конкретной задачи.

1.4.Геодезические приборы.

Для обработки геодезической информации необходимо сначала ее собрать. В этих целях применяют различные геодезические приборы. Появление электронных геодезических приборов привело к возможности существенного изменения методик полевых работ при выполнении топографических съемок различного назначения. Сегодня электронные тахеометры, спутниковые геодезические системы и лазерные сканеры обеспечивают требуемую точность измерений для большинства видов работ. Неотъемлемой частью современных приборов является наличие устройств для регистрации измерений.

Это позволяет полностью отказаться от записи результатов измерений в полевые журналы. Ясно, что автоматическая регистрация данных в поле становится практически бессмысленной, если данные обрабатываются без использования соответствующего программного обеспечения. В связи с этим

большинство компаний, поставляющих геодезическую технику, предлагают не поставку отдельных приборов, а внедрение законченных технологий. Производители приборов тоже переходят к поставке технологий. Но именно здесь и кроется еще одна проблема - ведь приобретя технологию, компания оказывается «привязана» к ней, и вынуждена использовать приборы одной и той же фирмы, а также обращаться к ней за обновлениями, потому что очень часто переход на технологию другой фирмы может обойтись намного дороже, чем продолжение использования уже купленной и освоенной.

1.5. Требования к геодезической программе.

Создание топографического плана не является самоцелью, план содержит необходимую информацию для проектирования инженерных сооружений, информационных систем и т.д. В законченных цифровых технологиях эти задачи решаются программными средствами. Ясно, что специализированный топографический пакет вовсе не обязан содержать средства, например, для проектирования дренажных систем. Однако обеспечение экспорта моделей местности для дальнейшей обработки должно быть обязательно.

Из этого можно сделать вывод, что наиболее эффективным средством самостоятельной разработки системы, автоматизирующей нужные вычисления, является сочетание средств, предоставляемых собственно электронными таблицами и средств, предоставляемых языками программирования. В этом и нужно видеть основные направления усовершенствования данной работы.

1.6. Заключение.

В заключении необходимо обратить внимание на такой важный аспект проблемы, как плюсы и минусы автоматизации. Автоматизация позволяет многократно увеличить производительность обработки результатов геодезических измерений за счет увеличения скорости их выполнения, и во много раз сократить вероятность появления ошибок в процессе камеральной обработки. Поэтому автоматизация на первый взгляд кажется почти абсолютным благом, которое необходимо применять везде и всюду.

Технология получения требуемых результатов в общем автоматизирована почти что до предела – съемка местности, запись результатов, производство камеральных работ происходит автоматически, с минимальным участием человека. Поэтому становится нормальным такое положение дел, при котором исполнитель работ не понимает сущности того, что он делает, а только хорошо и четко знает алгоритм действий, подлежащих выполнению с его стороны. Нужно обратить внимание на опасность данного подхода. Ведь риск получения неправильного результата возрастает при отсутствии понимания сути работы исполнителем. В этом случае необходимо разграничить сферы применения тех или иных средств автоматизации в зависимости от решаемых задач.

В целом автоматизация обработки результатов геодезических измерений необходима в различных областях, связанных с геодезией. Предпосылки этому создает тотальная продолжающаяся информатизация практически всех сфер функционирования общества, а также повышающаяся доступность

компьютерных технологий и снижение стоимости их производства. В геодезии автоматизация необходима в первую очередь, потому что позволяет решать практические задачи самого различного характера с большей эффективностью и производительностью, а также увеличивает скорость выполнения и себестоимость работ по камеральной обработке результатов съемок.

Средства автоматизации делятся на два различных класса – первые (специализированные инструментальные средства) позволяют решать широкий круг часто встречающихся практических задач, и представляют собой программно-аппаратные комплексы, позволяющие реализовать технологию.

Вторые являют собой средства разработки программных продуктов, и позволяют создавать средства автоматизации для решения практически любых задач, не имея для этого особых программистских навыков.

Автоматизация обработки результатов геодезических измерений является актуальной темой, и совершенно необходима во всех сферах работ, связанных с геодезическими измерениями.

© В.А. Середович, Д.А. Ферулев

УДК 528.42

В.А. Середович, Д.А. Ферулев

СГГА, Новосибирск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА СБОРА ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Целью данной работы является анализ существующих моделей и комбинаций различных геодезических приборов и определение путей перспективного развития геодезических средств измерений в ближайшем времени.

Комбинация приборов, электронный тахеометр, спутниковая система, наземный лазерный сканер, цифровая модель местности.

1. Современные средства выполнения полевых геодезических работ.

1.1. Электронные тахеометры и спутниковые системы.

В настоящее время в России все большую часть всех полевых съемочных работ выполняется электронными средствами измерений. Эти приборы в течение последнего времени внедряют наиболее прогрессивные организации.

Ведущие производители спутниковых систем Trimble или Magellan/Ashtech, рассматривают электронные тахеометры как геодезические системы вторичного значения, заведомо отдавая предпочтение спутниковым системам реального времени (RTK) как первостепенным геодезическим системам.

Производители электронных тахеометрических систем: Leica (Швейцария), Sokkia, Topcon, Nikon, Pentax (Япония), рассматривают последние как

геодезические системы первичного значения, функциональные возможности которых могут создавать комбинации со спутниковыми приемниками. Сегодня две основные концепции развития полевых геодезических систем определяют появление новых приборов и систем. Какая концепция будет преобладать в будущем и какие принципиально новые системы поступят на рынок геодезического оборудования, покажет время. Жесткая конкуренция на международном рынке электронных тахеометров обуславливает их непрерывное совершенствование, заставляя производителей находить все более эффективные решения, упрощать процессы измерений и использовать максимально удобные пользовательские интерфейсы, создавать интегрированные системы, комбинирующие функции компьютеров, тахеометров, спутниковых приемников, инерциальных систем. Современные тахеометры значительно различаются не только своими техническими характеристиками, конструктивными особенностями, но и прежде всего ориентацией на конкретного пользователя или определенную сферу применения. Точность и дальность измерений в данном случае уже не играют существенной роли. Определяющим становится фактор эффективности применения прибора для решения конкретного типа задач. Также желательно иметь возможности обновления и модернизации системы — добавление новых функций, программ и даже изменение технических характеристик. Этим условиям полностью соответствуют тахеометры, имеющие модульное строение. Две базовые модели тахеометров этой серии — механическая и имеющая сервоприводы, позволяющие автоматизировать не только наведение на призму, но и слежение за перемещающимся отражателем. В последнее время широкое распространение получили тахеометры с дальномером, позволяющим измерять расстояния непосредственно до объекта без отражателя. К недостаткам данных систем следует отнести зависимость точности измерений от свойств отражающей поверхности и отсутствие надежной фиксации точки измерения. Тем не менее следует ожидать дальнейшего их совершенствования. Таким совершенствованием является тахеометр со встроенной видеокамерой, которая четко фиксирует положение наведения лазера на точку.

Важной составляющей электронного тахеометра является модуль контроллера — встроенного или внешнего.

В последнее время в качестве контроллеров широко применяются полевые графические пен-компьютеры или компьютеры с активным экраном. С их помощью можно не только управлять работой тахеометра и/или геодезического спутникового приемника, но и обработать на месте и просмотреть графическое отображение результатов съемок на экране пен-компьютера.

Программное обеспечение решает большинство САД-задач непосредственно в поле, позволяют вести трехмерную базу съемочных данных, что дает возможность строить цифровую модель рельефа и отображать ее в виде горизонталей, строить разрезы, сечения, профили, решать задачи координатной геометрии и многие другие. Обмен с персональным компьютером, экспорт/импорт файлов в формате DXF обеспечивают эффективность разбивочных работ по заранее подготовленным проектам.

В целом применение роботизированных технологий повышает эффективность работ практически вдвое по сравнению с использованием механических тахеометров, что дает возможность значительно сократить трудовые затраты, свести к минимуму ошибки полевых измерений и оптимально провести камеральные работы, что в итоге позволяет, по крайней мере, удвоить годовые объемы подрядных геодезических работ.

1.2. Наземные лазерные сканеры.

В настоящее время разработкой приборов для трехмерного лазерного сканирования занимаются ведущие фирмы, производящие геодезическое оборудование, основные из которых Trimble (США), Riegl Laser Measurement Systems GmbH (Австрия), Optech (Канада), Mensi (Франция), Leica (США) и др. Все вышеперечисленные фирмы выпускают сканеры для различных целей. Цели, решаемые отдельной моделью трехмерного лазерного сканера, определяются его техническими характеристиками:

1. Точность измерения расстояний; 2. Точность измерения вертикальных и горизонтальных углов; 3. Максимальное угловое разрешение (или шаг сканирования); 4. Дальность действия; 5. Скорость сканирования; 6. Класс безопасности; 7. Угол поля зрения; 8. Расхождение лазерного пучка; 9. Портативность.

Компании Trimble(США) и Riegl Laser Measurement Systems GmbH (Австрия) на данный момент являются одними из самых крупнейших производителей геодезического оборудования. Их принцип действия основан, как и у практически всех сканеров, на безотражательном определении дальности импульсным методом. Конструктивной особенностью данных сканеров является то, что внутри головки объединены: блок развертки, цифровая видеокамера, датчик наклона прибора (инклинометр), электронный компас и блок управления. Сканер оснащен системой, которая обеспечивает внутренний контроль и автоматический ввод атмосферных поправок. Данная модель сканера может работать в перевернутом положении.

Сканеры GS200 имеют встроенную видеокамеру, с помощью которой можно получить цветовую информацию об объекте. Эта информация впоследствии позволяет придать получаемым точкам реальный цвет, либо наложить текстуру на сетевую модель (Mesh). Одним из основных достоинств GS200, по сравнению с другими моделями сканеров, является возможность фокусировки лазерного пучка двумя способами: вручную и автоматически.

Производством и продажей трехмерных лазерных сканеров занимается такая известная фирма в геодезии, как Leica. Лазерный сканер Leica HDS 4500 имеет очень высокую скорость сканирования (6250000 точек/сек), в то время, как у других сканеров она составляет порядка 1000-8000 точек/сек. При этом его точность сравнима с точностью других сканеров. У модели HDS 4500 расширено поле зрения в вертикальной плоскости до 310°, следовательно, при сканировании не создается «мертвых» зон вокруг точки стояния сканера. Отличительной особенностью данного сканера является то, что здесь в основу измерения расстояний положен фазовый метод. В будущем в сканерах будет применяться матрица отображения вместо линейки. Будет происходить

уменьшение стоимости, повышаться качество съемки, большая миниатюризация приборов.

2. Автоматизация обработки крупномасштабных съёмок.

Основным конечным продуктом топографо-геодезического производства до настоящего времени являлась графическая информация о местности в виде карт и планов различных масштабов. Интенсивное использование электронно-вычислительной техники в последнее время создало предпосылку для хранения и использования информации о местности в цифровом виде взамен или в дополнение к традиционным графическим документам.

Усложнение задач инженерно-геодезических изысканий, непрерывный рост объёмов крупномасштабных съёмок и других инженерно-геодезических работ вызвало необходимость создания цифровых моделей местности (ЦММ). Графическая точность обычных карт и топопланов составляет примерно 0,5 мм. в плановом отношении, а по высоте — одну треть высоты сечения, что для многих современных задач становится недостаточным. Кроме того густота нанесения горизонталей, контуров, пояснительных надписей существенно ограничена условиями удобства работы с графическим документом, технологией графического исполнения и другими факторами.

Способы цифрового и аналитического представления информации о местности в основном свободны от этих недостатков и ограничений. Точность плановых координат и высот определяется лишь методами получения первичной информации. Объём памяти современных оперативных и внешних запоминающих устройств позволяет хранить информацию о контурах, ситуации и топографических объектах с любой густотой их расположения на местности.

Однако в широкой постановке создания цифровых и аналитических способов представления информации о местности является чрезвычайно сложной научно-технической проблемой. Поэтому технико-экономическая целесообразность перехода к цифровому представлению топографической информации может проявиться лишь при комплексной автоматизации всех видов работ и разработке систем автоматизированного проектирования. Создание ЦММ, формирование банка цифровых топографо-геодезических данных, выдача информации по требованию потребителя в графическом виде связано с использованием современных ЭВМ.

Таким образом, перспективными геодезическими средствами измерений для выполнения крупномасштабных топографических съёмок являются: электронные тахеометры, спутниковые системы и наземные лазерные сканеры, а также их комбинации.

© В.А. Середович, Д.А. Фेरүлев

УДК 528

А.А. Визгин

СГУС, Новосибирск

А.Г. Неволин

ОБОБЩЕННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Распространение новых технологий геодезических измерений ставит задачу разработки быстрых методов оценки их точности с целью установления возможностей применения. Предполагается, что измерения обработаны по способу наименьших квадратов, но точностные характеристики известны приближенно. Частым случаем такой обработки можно назвать строгое уравнивание по способу наименьших квадратов, которое реализовать очень трудно из-за переменчивости условий наблюдений. Трудности оценки точности ослабевают, так как при строгом уравнивании стандартные отклонения любых уравненных функций измерений минимальны и вблизи минимума меняются медленно при изменениях свойств погрешностей измерений. Допустимые неточности в этих свойствах – весах, корреляционных связях, систематических погрешностях, погрешностях исходных данных следует рассчитывать на персональных компьютерах для каждого типа сетей отдельно.

Алгоритм расчетов базируется на нахождении частных производных от функций по измеренным значениям численным методом на персональном компьютере. Возьмем функцию Y произвольного вида от переменных $x_1, x_2, \dots$, которые уравнены тем или иным способом

$$\begin{aligned} y &= f(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ y + \Delta y_i &= f(x_1, x_2, \dots, x_i + \Delta x_i, \dots, x_n) \\ \frac{\Delta y_i}{\Delta x_i} &= - \frac{f(x_1, x_2, \dots, x_i + \Delta x_i, \dots, x_n) - f(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\Delta x_i} \end{aligned} \quad (1)$$

где Δ_i – малое приращение величины x_i , при этом левая часть формулы будет практически равна соответствующей частной производной.

Если учитывать только случайные погрешности, то дисперсия функции Y будет

$$D = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1} \right)^2 \sigma_1^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2} \right)^2 \sigma_2^2 + \dots \quad (2)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots$ – стандартные отклонения величин x_1, x_2, x_3

При наличии систематических погрешностей погрешность функции будет

$$\Delta F = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1} \right) \Delta_1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2} \right) \Delta_2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_3} \right) \Delta_3 + \dots, \quad (3)$$

Δ – систематические погрешности или погрешности или погрешности исходных данных.

Производные в формулах (1), (2), (3) должны вычисляться с ошибочными характеристиками погрешностей измерений, но стандартные отклонения должны соответствовать правильным значениям.

Частные производные можно находить по программе уравнивания измерений конкретной сети. При проектировании удобно использовать программный комплекс CREDO_DAT. Его достоинство-весь процесс математической обработки полностью автоматизирован. Необходимо только ввести измерения и исходные данные в определенной последовательности, однако веса допустимо брать предусмотренные программой, но выводы с некоторым допустимым приближением распространяемы для других систем весов, так как любая оценка точности носит ориентировочный характер. Если функция не требует уравнивания-нет избыточных данных, или уравнивание сводится к нахождению весового среднего, то задачу можно решать с помощью компьютерной программы MathCad.

Задача сводится к установлению границ, между которыми заключены показатели точности погрешностей измерений и исходных данных или приближенные закономерности, связывающие их. Они определяются на основе опыта работ или из теоретических соображений. Последовательно с некоторым шагом принимаются за ошибочные либо стандартные отклонения либо веса измерений и т.д. Вычисляются частные производные и погрешности функций по формулам (1), (2), (3). Величины σ_i или им аналогичные берутся те, которые считаются строгими. Устанавливаются наибольшие понижения точности. Показатели точности также должны меняться. По мере накопления опыта границы, между которыми заключены показатели точности функций будут уточняться. Практически большей частью можно найти путь сокращения числа переуравнивания сети. Кроме того, целесообразно выделить и исследовать типичные построения геодезических сетей и распространить результаты на другие сети.

Погрешности измерений могут быть зависимыми между , например при обработке спутниковых измерений, Пренебрежение зависимостями приведет к понижению точности. Формулу (1) для вычисления дисперсии функции необходимо переписать так

$$D = \sum_1^n \sum_{ij}^n \frac{\partial y}{\partial x_i} \frac{\partial y}{\partial x_j} K_{ij} \sigma_{ij} \sigma_j \quad (4)$$

где K_{ij} – коэффициент корреляции между величинами с номерами i и j

Частные производные должны вычисляться без учета отмеченных зависимостей.

Расчеты, выполненные на ряде построений показали ,что при $-0,5 < K < 2$ измерения можно обрабатывать как независимые.

Нет единого мнения о допустимости расхождений функций в строгом (идеальном) и приближенном уравнивании. Решение должно основываться на предположении, что расхождения носят случайный характер

Если учесть, что при строгом уравнивании погрешности функций независимы от невязок условных уравнений, то можно прийти к формуле стандартного отклонения расхождений функции

$$\sigma_{\Delta} = (\sigma_1^2 - \sigma^2)^{0,5} . \quad (5)$$

где σ_1 и σ стандартные отклонения функции при строгом и приближенном уравнивании.

Допустим $\sigma_1 = 1,1\sigma$, что вполне допустимо. По последней формуле получим

$$\sigma_{\Delta} = 0,45\sigma$$

Предельное допустимое расхождение функций с вероятностью 0,95 будет

$$2\sigma_{\Delta} = 0,9\sigma$$

© А.А. Визгин, А.Г. Неволин

КЛАССИФИКАЦИЯ СПРАВОЧНО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ГИС, ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

В настоящее время существует большое множество определений геоинформационных (географических) систем (ГИС):

ГИС – это: "динамически организованное множество данных состоит из наблюдений за пространственно распределенными явлениями, процессами или событиями, которые могут быть определены как точки, линии и контуры" Автор: Clarke K.C., Источник: Geographic information systems: definitions and prospects. - Bull. Geogr. And Map Div. Spec. Libr. Assoc., 1985, N 142, hh. 12-17;

ГИС – это: "интерактивные системы, способные реализовать сбор, систематизацию, хранение, обработку, оценку, отображение и распространение данных и как средство получения на их основе новой информации и знаний о пространственно-временных явлениях" Автор: Тикунов В.С., Источник: Современные средства исследования системы "общество - природная среда". - Известия Всесоюзн. Географич. Общества, 1989, т. 121, вып. 4, с. 229-306.

ГИС – это: "аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных географических задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой территориальной организацией общества" Автор: Кошкарев А.В., Источник: Картография и геоинформатика: пути взаимодействия. Изв. АН СССР, сер. Геогр., 1990, N 1, с. 32;

ГИС – географическая информационная система (geographic(al) information system, GIS, spatial information system) – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных). ГИС содержит данные о пространственных объектах в форме их цифровых представлений (векторных, растровых, квадратомиических и иных). Поддерживается программным, аппаратным, информационным нормативно-правовым, кадровым и организационным обеспечением. Источник: Геоинформатика: Толковый словарь основных терминов под редакцией А.М. Берлянта и А.В. Кошкарева. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999.

Из большого числа определений ГИС видно, что в настоящее время геоинформационные системы, как в нашей стране, так и во всем мире стремительно развиваются и будут развиваться в ближайшее время.

Среди всего множества геоинформационных систем принято выделять направление: **справочно-картографические (СК) ГИС**. Одно из определений СК ГИС – Специализированная система, включающая электронные и цифровые

карты, иллюстрации в сочетании со справочно-поисковыми средствами для решения задачи создания комплексной многоотраслевой ГИС. [1]

По некоторым оценкам от 70 до 90% всех ГИС являются справочно-картографическими, а от 10 до 30% - аналитическими.

Справочно-картографические ГИС позволяют пользователю видеть картографические и семантические данные о территории или объекте местности и на ее основе получать комплексную информацию об объекте или местности. И решение, на основе полученной информации, в данном случае принимает пользователь. Решением могут быть как простые, так и сложные запросы: что и где находится?; как проехать из точки "А" в точку "В"?; выбрать объекты отвечающие определенным требованиям и т.д.

Принципиальным отличием аналитических ГИС является то, что решение принимает сама система, на основе заложенного алгоритма: например на основе двух или трех карт строится третья «прогнозная» или на основе заложенных данных выполняется расчет и строится макет отвечающий заданным требованиям.

Все СК ГИС можно классифицировать по назначению, рабочим функциям и способам представления.

По назначению:

– *Для населения* – такие СК ГИС получили самое широкое распространение среди массового пользования. Они распространяются как недорогие программные продукты или бесплатно. Характерной особенностью является использование специально адаптированного выювера для работы с цифровыми векторными картами и семантической информацией. В программном обеспечении таких ГИС отсутствуют элементы создания и редактирования основной информации, присутствуют лишь элементы позволяющие просматривать карту, ее содержание, выполнять поиск по объектам расположенным на карте, выполнять простейшие измерительные операции.

– *Для отдельных отраслей экономики и частного бизнеса* – СК ГИС для проектирования и построения сетей различных видов коммуникаций (сеть опорных точек для размещения передатчиков сотовой связи, определение прямой видимости между двумя объектами для беспроводной сети), также построение и оптимизация движения авто и железнодорожного транспорта и т.д. СК ГИС такого уровня, как правило, строятся на базе профессионального ГИС пакета (MapInfo, ArcGIS и т.д.) с доработкой для решения конкретных задач.

– *Для органов управления* – СК ГИС обеспечивают информационную поддержку о территории и дающие возможность пользователю выполнять прогнозирование развитие территории на определенный период времени вперед. Здесь, как правило, используется комплекс геоинформационных систем для получения более точного результата. Так же при помощи таких СК ГИС можно выполнять маркетинговые исследования, учитывая демографические данные, расположение магазинов, ассортимент товаров и т.д.

По рабочим функциям:

– *Пользовательские.* К таким относятся СК ГИС, которые позволяют выполнять полностью или частично следующие функции: Навигацию по карте (перемещение, увеличение, уменьшение изображения); Выбор объектов и просмотр информации об этом объекте; Поиск объектов на карте; Выполнение простейших расчетов (измерение расстояний, выбор оптимального пути и т.д.); Изменять атрибутивные свойства объектов; Добавлять пользовательскую информацию на карту.

– *С редакторскими возможностями.* Это более сложные СК ГИС, они должны содержать: 1. Все рабочие функции, которые применительно к «Пользовательским»; 2. Должны содержать элементы создания новых объектов и редактирования имеющихся. Такой класс СК ГИС, как правило, строиться на базе профессиональных ГИС (MapInfo, ArcView, ArcGIS и т.д.), которые имеют встроенный язык программирования. Для работы с таким СК ГИС требуются специалисты с достаточно высоким уровнем квалификации.

По способам представления

– *На информационных носителях* (CD-ROM, DVD-ROM и т.д.). Это самый простой и быстрый способ размещения и доведения до конечного пользователя СК ГИС. Как правило, такой способ используют для СК ГИС, которые ориентированы для массового пользователя.

– *В сети Интернет.* Это более дорогой способ размещения СК ГИС, основную проблему здесь приходится решать на этапе создания нового или использования имеющегося сервера, для размещения картографических материалов и отладки программного обеспечения работающим с этим материалом. Более подробно о данном способе можно прочитать в статье: «Представление картографических произведений в Интернет» В.С. Писарев; Научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2005» том 4. Геоинформатика. Стр.68-73

Далее для справочно-картографических ГИС преобладают такие же классификации как для ГИС в целом: *По проблемно-тематической ориентации* – в зависимости от области применения; *По территориальному охвату* – в зависимости от размера геопространства и в связи с масштабным рядом цифровых картографических материалов, используемых для формирования базы данных ГИС; *По способу организации геопространственных данных; По расширяемости функциональных возможностей* – в зависимости от использования встроенных или внешних средств программирования. [1]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
2. Все о ГИС. www.allgis.narod.ru

© В.С. Писарев, 2006

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ И ПОВЕДЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ОБЪЕКТНО-КОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Объекты реального мира существуют в богатом контексте. Они находятся в некотором местоположении, имеют некоторую протяженность и площадь; соседствуют с другими объектами; обладают атрибутами, представляющие измеримые характеристики объектов, их количество, описание; могут иметь предсказуемую реакцию на внешнее воздействие. Объекты реального мира следуют естественным законам и отношениям. Реки текут вниз по рельефу, дороги обеспечивают движение транспорта. Широкий арсенал свойств и событий затрудняют процесс моделирования геопространства.

Объектно-компонентный подход позволяет довольно точно моделировать в геоинформационных системах (ГИС) состояние и поведение объектов.

Состояние объекта можно характеризовать свойствами объекта:

- Форма, определяющая геометрию объекта и его пространственную привязку;
- Атрибуты - числовые или текстовые пользовательские свойства объектов;
- Отношение - определяет связь объектов через их пространственную привязку, атрибуты и топологию.

Все объекты в мире вовлечены в отношения с другими объектами. С точки зрения ГИС, эти отношения можно разделить на три вида: топологические, пространственные и общие [1].



а) трубопровод не присоединяется к основной магистрали б) трубопровод присоединяется к основной магистрали

Рис. 1. Пример топологических отношений

Топологические отношения - определяются топологическими свойствами объектов, таких как размерность, число кривых, ограничивающих данную область, количество узлов и т.д., не изменяющиеся при любых деформациях,

производимых без разрывов и склеиваний (точнее, при взаимно однозначных и непрерывных отображениях). Например: примыкающая ветка трубопровода должна точно присоединяться к основной магистрали в системе водоснабжения (Рис. 1).

Различают внутриобъектные и межобъектные топологические отношения.

Внутриобъектные отношения характеризуются топологией одного объекта. Например: прямоугольный объект ограничен четырьмя дугами. Каждая пара дуг связана одним узлом и никакая деформация объекта не способна нарушить этой связи. Изменение положения одного из узлов повлечет за собой изменение связанных с ним дуг.

Межобъектные топологические отношения характеризуются топологией нескольких объектов. Пример: земельные участки, примыкающие друг к другу, имеют общие узлы и одну общую дугу. Изменение положения общих узлов земельного участка 1 повлечет изменение соответствующих узлов участка 2 (Рис. 2).

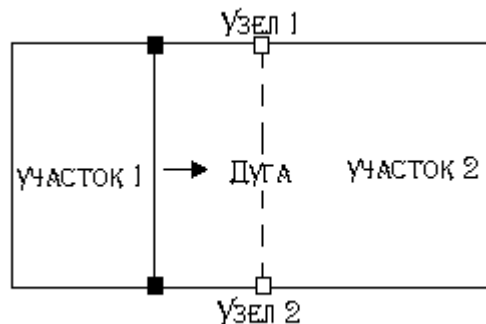


Рис. 2. Пример топологических отношений

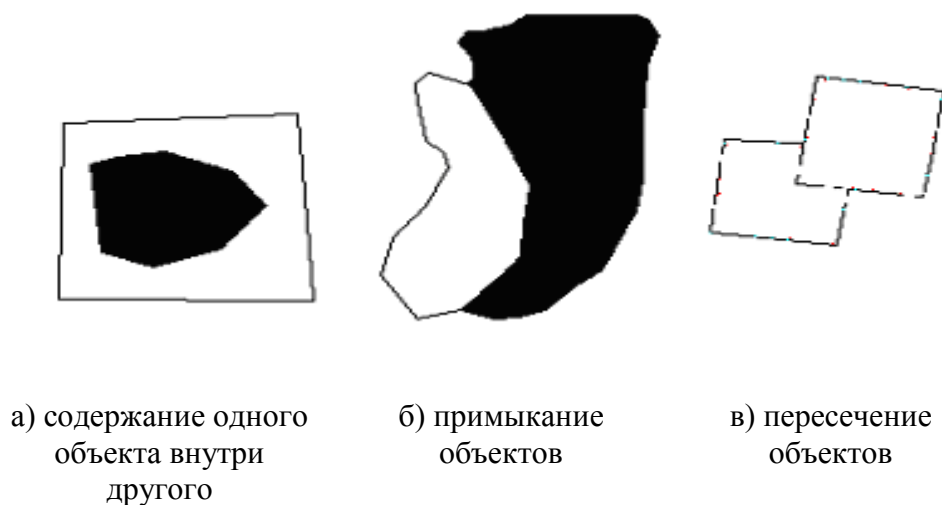


Рис. 3. Пример пространственных отношений

Пространственные отношения - определяются геометрией и пространственным положением объектов. Например: содержание одного объекта внутри другого, пересечение объектов, примыкание (Рис. 3).

Общие отношения – данный вид отношений устанавливается между пространственными или непространственными объектами через их атрибутивные данные. Например: земельный участок соотносится с землевладельцем, последний не является пространственным (Рис. 4) [1].



Рис. 4. Пример общих отношений

Владельцу могут принадлежать один или несколько земельных участков, в то время как участок может иметь только одного владельца, следовательно, общие отношения можно разделить на следующие типы связей:

- $1 \rightarrow \infty$ (связь «один - много») – одному объекту соответствуют два и более объекта.
- $1 \rightarrow 1$ (связь «один - один») – одному объекту соответствует только один объект.
- $\infty \rightarrow \infty$ (связь «много-много») - каждому объекту из множества «А» соответствует два и более объектов множества «Б» и наоборот (Рис. 5) [2].

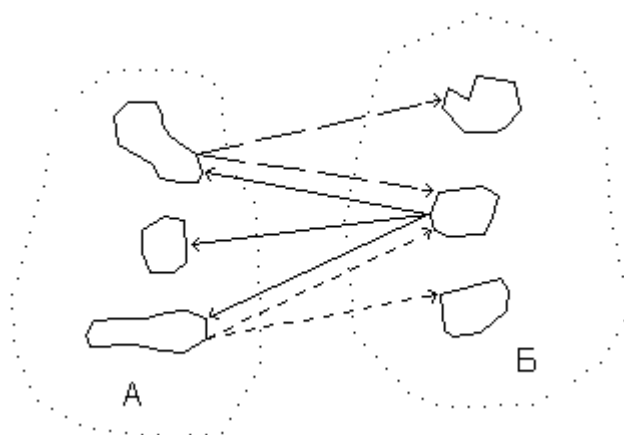


Рис.5. Связь объектов вида «много - много»

Связь должна производиться через атрибутивные данные. Например, связь через специальный идентификатор или имя объекта.

Поведение объекта - определяется методами или операциями, которые могут быть выполнены над этим объектом (для объекта "лес" это могут быть операции создания, удаления, рисования, разбиения и слияния). Поведение – это реакция объекта на прямое или косвенное действие системы (ГИС).

Прямым называется направленное действие на объект, определенное и санкционированное пользователем системы. Например: непосредственный выбор и удаление объекта «Столб».

Косвенное – это воздействие на объект через его общие отношения. Например: после удаления объекта «столб» «трансформатор на столбе» должен либо также удалиться, либо послать запрос системе на изменение своего состояния на «трансформатор наземный». Изменится геометрия объекта, некоторые его атрибуты и произойдет разрыв связи с удаленным объектом.

Важный аспект, характеризующий поведение объектов – это их статус при связывании, который может быть двух видов: родительский и дочерний.

Статус определяет зависимость связанных объектов. Существование объекта «трансформатор» зависит от объекта «столб». За изменением пространственного положения первого следует изменение положения второго, но не наоборот. «Столб» выступает в статусе «родителя», «трансформатор» - в статусе дочернего объекта.

Поведение делится на два типа: простое и сложное.

Простое поведение реализуется выбором типа пространственного объекта, определением отношений, назначением атрибутивных данных.

Сложное поведение реализуется расширением стандартных пространственных объектов посредством программирования и создания пользовательских пространственных объектов.

Пользовательские пространственные объекты позволяют реализовывать такое сложное поведение, как специфическая реакция на редактирование, встроенные аналитические возможности или нестандартная отрисовка объекта.

Установление отношений и адекватного поведения между пространственными объектами позволяет более полно моделировать реальность. Появляется возможность придания пространственным объектам некоторой степени «разумности», что является большим шагом к созданию интеллектуальных ГИС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зейлер М. Моделирование нашего мира / Зейлер М.– Нью Йорк: ESRI, 1999.-254 с.
2. Леоненков А.В. Самоучитель UML / Леоненков А.В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.-432 с.
3. Джеймс Р. UML:Специальный справочник / Джеймс Р., Айвар Я., Грэди Б. –СПб: Питер, 2002.-656 с.

СОЗДАНИЕ ГИС-ПРОЕКТА МАРКЕТИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ФОТОРЫНКА Г. НОВОСИБИРСКА

В последние годы геоинформационные технологии находят свое применение во многих сферах деятельности, в рамках которых решаются задачи сбора, хранения и обработки информации о социально-экономических системах. Этому способствует все большая доступность и достоверность исходных данных, а также появление мощных и достаточно простых в использовании современных программных продуктов.

Геоинформационные методы и технологии обработки информации являются инструментальным средством для управления бизнес информацией любого типа с точки зрения ее пространственного расположения и весьма эффективны при решении маркетинговых задач.

В сфере бизнеса появилось достаточно много ГИС-приложений (ГИС демографического анализа, обеспечения связи с клиентами и партнерами, доставки товаров и маршрутизации, выбор расположения бизнес-объектов и пространственного анализа их размещения), в том числе и для маркетингового анализа и планирования.

Главное в маркетинге – с одной стороны – это тщательное и всестороннее изучение рынка, спроса, вкусов и потребностей; с другой – активное воздействие на рынок и спрос, на формирование потребностей и покупательских предпочтений. Главная задача данного проекта – эффективное представление маркетинговой информации для выявления, количественной оценки и реализации существующих и потенциальных возможностей фоторынка г. Новосибирска с целью сбалансирования спроса и предложения. ГИС инструменты для анализа рынка могут помочь определить, какие продукты и услуги наилучшим образом соответствуют конкретной местности.

В проекте для решения маркетинговых задач с помощью геоинформационных технологий применялись картографические источники данных и статистические материалы. Пространственному анализу в данном проекте подвергались объекты фоторынка, их местоположение, распределение и их связи со смежными/соседними объектами и объектами других тематических слоев. Программным продуктом, используемым при обработке пространственной информации и решении задач, являлся продукт ArcView GIS компании ESRI, Inc.

Любая технология создания ГИС-проекта начинается с решения задачи сбора данных. В данном проекте были использованы атрибутивные данные об объектах фоторынка (ОФР) г. Новосибирска, переданные председателем Новосибирского филиала Российской ассоциации маркетинга, директором центра аналитических исследований «Социум» П.В. Храповым, пространственные и атрибутивные данные на территорию г. Новосибирска:

гидрография, леса, парки и скверы, кварталы, маршруты городского муниципального транспорта (автобусы, троллейбусы, трамваи), остановочные пункты маршрутов городского транспорта.

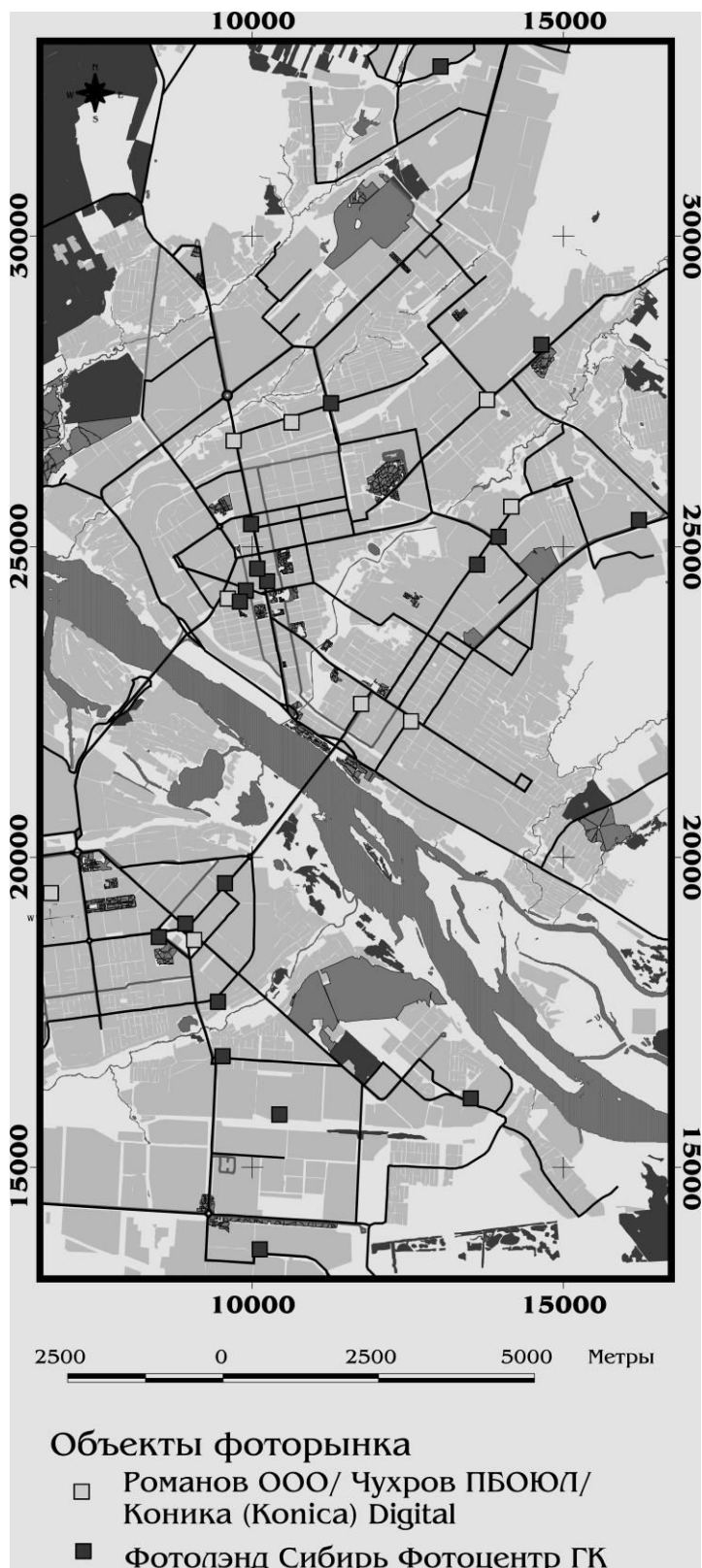


Рис. 1. Пространственный анализ взаимного расположения объектов фоторынка

Для редактирования и обновления информации об ОФР, представленной в виде таблиц, использовалась справочная информация из городской системы «Дубль ГИС». После редактирования атрибутивной таблицы менялась ее структура для автоматического адресного геокодирования объектов.

В силу того, что данные на территорию г. Новосибирска были переданы в формате MapInfo, а пространственный анализ предполагалось проводить в системе ArcView GIS 3.2a, был проведен процесс реструктурирования данных для перевода их в формат Shape File.

Информация о маршрутах коммерческого транспорта были добавлена в атрибутивные таблицы пространственных объектов маршрутной сети муниципального транспорта. Параллельно выполнялась корректировка пространственных объектов, представляющих сегменты маршрутов транспорта.

При подготовке данных об остановочных пунктах городского транспорта главной задачей являлось обеспечение взаимного пространственного согласования их положения с положением маршрутов: присвоение точечным объектам остановочных пунктов атрибутивных значений принадлежности к определённым маршрутам городского транспорта. Параллельно

производилась корректировка пространственных и атрибутивных данных (в графическом окне менялось неточное положение остановочных пунктов или вводились недостающие остановочные пункты, с занесением в таблицу их новых атрибутивных значений).

Зададимся вопросом: На чем будет основывать клиент-обыватель свой выбор при решении вопроса, услугами какого конкретного ОФР воспользоваться? Вероятнее всего, путем оценки его удаленности с учетом района города (центральная часть или удаленные районы). Для решения такого запроса наглядными окажутся плотностные характеристики расположения ОФР для трех категорий площадных участков (ячейки с шагом 250, 500 и 1 000 м). Слои соответствующих регулярных сеток представлены графической и атрибутивной информацией.

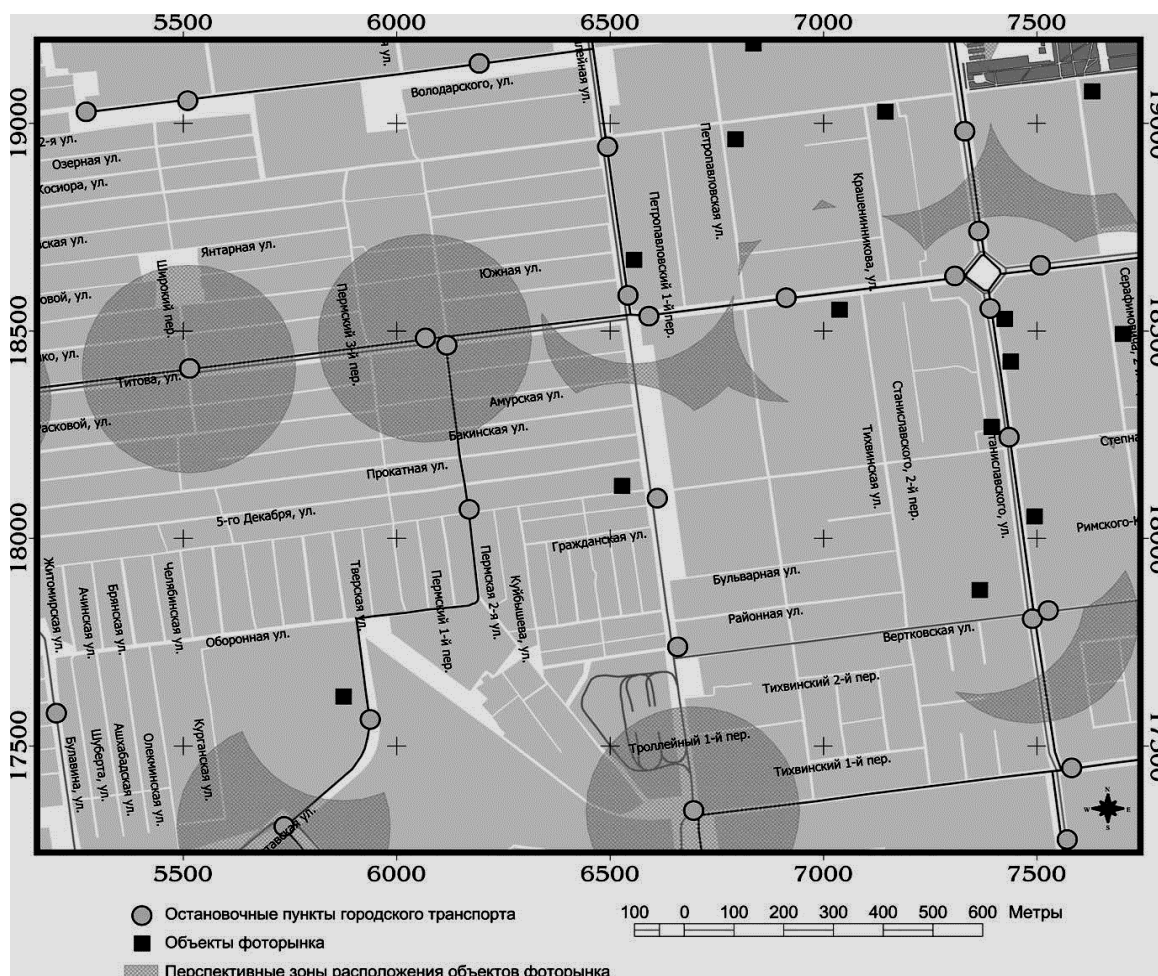


Рис. 2. Перспективные зоны размещения объектов фоторынка

Для маркетингового анализа также были произведены следующие расчеты:

- Количества ОФР, находящихся в площадных участках регулярной сетки;
- Общего количества остановочных пунктов городского транспорта, находящихся в площадных участках регулярной сетки;

- Отношения количества маршрутов городского транспорта к количеству ОФР;
- Максимального количества маршрутов городского транспорта, проходящих через площадной участок регулярной сетки при его пересечении с сегментами маршрутов (последовательно для каждого вида транспорта).

Для расчета удаленности ОФР от остановочных пунктов городского транспорта на расстоянии 250 и 500 м выполнялось построение буферных зон по пространственным запросам. Отдельно рассчитывалась удаленность каждого ОФР от ближайшего остановочного пункта. Полученная информация отражена в атрибутивной части данных об ОФР.

Построение буферных зон выполнено с радиусом 250 м относительно тех остановочных пунктов, через которые проходит более 10 маршрутов городского транспорта.

Построение буферных зон оказывается эффективным для целей:

- Отображения зон обслуживания каждым ОФР г. Новосибирска;
- Выявления областей перспективного расположения новых ОФР, основываясь на предположении, что перспективными являются территории вдоль оживленных маршрутов, не имеющие по близости действующих ОФР.

© Е.Н. Кулик, С.С. Алферова, 2006

УДК 528.92:626/627

С.В. Пьянков, Е.Б. Соболева, Ю.Н. Шавнина

Пермский государственный университет, Пермь

ГИС «ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ» ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОД

В последнее время ГИС-технологии получили большое распространение в системе управления природопользованием и охраной природы, что оправдано широкими возможностями их применения при решении задач рационального природопользования и водных ресурсов в частности, оптимизации финансовых затрат, предупреждения чрезвычайных ситуаций и предотвращения негативных последствий при их возникновении.

Одной из основных проблем в управлении водными ресурсами является ведомственная разобщенность, аппаратно-программная несовместимость служб наблюдения, контроля и управления. Поэтому наиболее важными вопросами на сегодняшний день являются:

преодоление контраста между большим объемом данных, собираемым, обрабатываемым и используемым различными ведомствами;

проведение качественной оценки этих данных и использование их при принятии управленческих решений.

Являясь мощным инструментом анализа и отображения пространственных данных, ГИС помогают ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений. Они обеспечивают ответы на запросы и функции анализа пространственных данных, представление результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде. Требуемая информация для принятия решений может быть представлена в лаконичной картографической форме с дополнительными текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами. Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет ответственным работникам сосредоточить свои усилия на поиске решения, не тратя значительного времени на сбор и осмысливание доступных разнородных данных. Можно достаточно быстро рассмотреть несколько вариантов решения и выбрать наиболее эффективный вариант.

Гидротехнические сооружения водохранилищ и прудов, берегозащитных укреплений и противопаводковых дамб направлены на обеспечение защиты населенных пунктов от береговой эрозии, оползневых процессов, затопления территорий во время прохождения половодий и паводков, территорий нижних бьефов водохранилищ, попадающих в зону затопления в случае аварии на ГТС.

По состоянию на 01.01.2006 г. на территории Пермского края находится 1388 гидротехнических сооружений. Среди них – 68 (5%) сооружений по берегоукреплению, 57 (4%) защитных дамб, 1263 (91%) плотин водохранилищ и прудов.

В целях повышения эффективности информационно-аналитического обеспечения государственного управления водопользованием разработана геоинформационная система «Гидротехнические сооружения Пермского края», которая дает возможность определить степень надежности ГТС, организацию мониторинга за их состоянием, разработать мероприятия по их дальнейшей эксплуатации и пр. Создание данной ГИС осуществлялось в соответствии с областной целевой программой «Охрана и восстановление водных объектов в Пермской области на 2003-2007 годы».

В качестве картографической основы создания ГИС «Гидротехнические сооружения Пермского края» использована топографическая электронная карта масштаба 1 : 200 000, информационной основы – результаты инвентаризации гидротехнических сооружений (Пермгипроводхоз, 2003-2005 гг.), а также акты обследования и заключения о техническом состоянии.

В результате создана база данных, содержащая 64 характеристики, описывающие сами гидротехнические сооружения и образованные ими искусственные водоемы – водохранилища и пруды: их морфометрические характеристики, местоположение, принадлежность, техническое состояние, уровень безопасности, а также характеристики берегозащитных укреплений и противопаводковых дамб.

Приложение по работе с базой данных реализовано в виде расширения к ArcView GIS 3.2a. С помощью языка программирования Avenue разработан

интерфейс по вводу, корректировке и обработке атрибутивных данных, а также различные формы отчетности.

ГИС «Гидротехнические сооружения Пермского края» организована в системе каталогов и содержит в себе два основных каталога с атрибутивной и картографической базами данных. Атрибутивная информация подразделяется на тематические и модельные характеристики. Картографический материал, в свою очередь, представлен топографическими, тематическими и модельными слоями, разбит по масштабу и типу исходных данных. Предусмотрено ведение реестра как атрибутивной, так и картографической информации, где производится описание метаданных.

С помощью функциональных возможностей ГИС осуществляется поиск и формирование выборки с учетом пространственных отношений между гидротехническими сооружениями и другими географическими объектами. Для нахождения гидротехнических сооружений относительно реки, бассейна, населенного пункта, гидрологического поста, метеостанции и других объектов используется язык запросов. Выборка производится из баз данных содержащих информацию об объектах и их пространственном местоположении, а также из других составляющих картографической базы данных. На основе полученных результатов существует возможность построения новых запросов, вычисления статистических показателей, пространственного моделирования или вывода данных.

Доступ к атрибутивной и картографической базам данных осуществляется через объединенный проект. Посредством Hot link с каждым пространственным объектом на карте соотнесены различные типы документов. Поэтому объединенный проект содержит в себе не только информацию о гидротехнических сооружениях, но и ссылки на документацию по их обследованию, фотографии, видеоизображения.

В Пермском крае проводятся исследования отдельных гидротехнических сооружений с целью создания подсистемы мониторинга водохозяйственных систем и сооружений, определения зон возможного затопления территории нижнего бьефа при пропуске половодий и паводков высокой обеспеченности. Это сопровождается созданием более подробных проектов в масштабе 1 : 10 000 – 1 : 50 000. Доступ к каждому из них можно получить из объединенного проекта. В результате несколько организаций могут параллельно вести различные проекты, а затем объединять их в ГИС «Гидротехнические сооружения Пермского края».

Основными пользователями этого программного обеспечения являются Главное управление природопользования, Управление по охране окружающей среды и Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды. В настоящее время разрабатывается информационный ресурс в сети Интернет на основе созданной ГИС для служб быстрого реагирования при прохождении весеннего половодья на реках Пермского края.

В настоящее время ГИС «Гидротехнические сооружения Пермского края» используется для создания краевой целевой программы «Предупреждение

вредного воздействия вод и обеспечение безопасности гидротехнических сооружений на территории Пермского края».

© С.В. Пьянков, Е.Б. Соболева, Ю.Н. Шавнина, 2006

УДК 550.831.017

А.А. Симанов, А.В. Пугин

Горный институт УрО РАН, Пермь

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ХРАНЕНИИ И ОБРАБОТКЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

На современном этапе геолого-геофизических исследований значительная роль отводится комплексному анализу всей имеющейся информации об исследуемых объектах. Мощности современных ЭВМ позволяют использовать в процессе геологической интерпретации большой объем информационных ресурсов, которые включают накопленные и постоянно пополняемые материалы исследований, а также сведения, полученные с помощью глобальной сети Internet. Хранение и рациональное использование этой разнотипной информации требует соответствующей технологии, включающей алгоритмы сжатия и хранения данных с возможностью многократного обращения к ним в процессе решения задачи [2].

Наиболее целесообразным с точки зрения авторов представляется использование с этой целью геоинформационных технологий, позволяющих создавать собственные информационно-аналитические системы (ИАС) хранения, обработки и интерпретации геоданных. Большинство геоинформационных систем (ГИС) являются открытыми, что позволяет в значительной мере расширить их возможности путем включения оригинальных алгоритмов, и обеспечивают большой выбор инструментов графического представления данных.

Исходя из практической необходимости в Горном институте УрО РАН разработана информационно-аналитическая система хранения, обработки и анализа геолого-геофизических данных на базе лицензионного программного продукта ArcGIS версии 9.0, дополненная авторскими модулями [4]. Хранение информации достигается наличием в составе информационно-аналитической системы целого ряда источников данных, а также баз данных. Обработка и анализ информации осуществляется применением специальных инструментов загрузки, преобразования и визуализации данных. Показанная на рис. 1



Рис. 1. Архитектура информационно-аналитической системы

архитектура ИАС иллюстрирует длинный путь, который проходят данные до возможности их вывода в удобном для пользователя виде.

Архитектура ИАС включает в себя следующие уровни:

1. Сбор и первичная обработка данных;
2. Загрузка и эффективное хранение разнородных данных;
3. Многоэтапная обработка и вывод итоговой информации.

На первоначальном этапе результаты гравиметрических съемок поступают через системы сбора и первичной обработки информации в исходные базы данных (БД). Данные заносятся как вручную, так и автоматически. Система сбора и первичной обработки информации реализована при помощи ряда внешних прикладных программ, а также в виде стандартного расширения ArcGIS.

Общий круг задач системы сбора и первичной обработки выглядит следующим образом:

- Введение различного рода поправок;
- Вычисление аномальных значений силы тяжести;
- Создание каталогов гравиметрических пунктов;
- Подготовка информации для внесения в базу данных;
- Построения карт и др.

Результатами первичной обработки являются shp-файлы ArcGis (точечная тема) и серия карт в растровых форматах GRID (рис. 2).

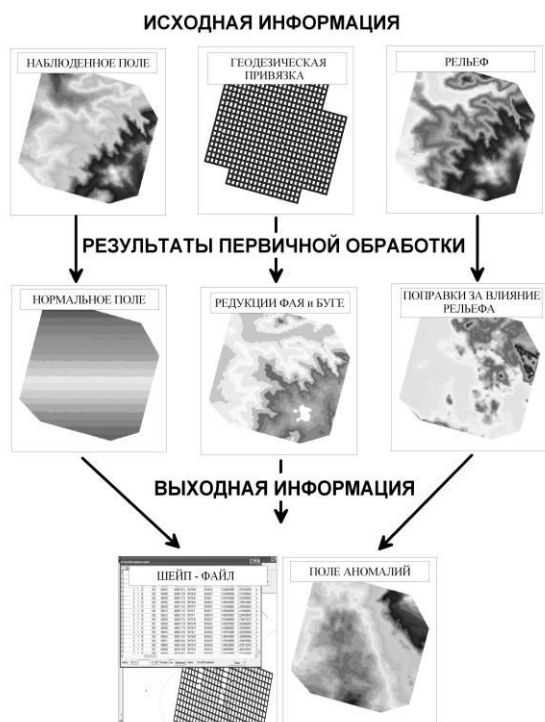


Рис. 2. Первичная обработка гравиметрических данных

Результаты гравиметрических съемок представляют собой разнородную информацию (каталоги гравиметрических пунктов, различные карты, кроки опорных пунктов и т. д.). Для обработки и анализа таких данных требуется их объединение и преобразование к удобному для работы виду. Процесс объединения и загрузки первично обработанных материалов в базы данных поддерживается внешними программами и встроенными наборами инструментов (Conversion Tools, Data Management Tools). Исходной информацией при формировании единой базы данных послужили многочисленные результаты полевых и тематических работ, выполненных Горным Институтом УрО РАН с конца 90-х

годов, а также большой объем Internet ресурсов, которые образуют большой объем информационных ресурсов.

В настоящее время в единой базе данных содержатся, помимо результатов гравиметрических наблюдений, данные о рельефе, полученные из различных источников (топографических карт различного масштаба, матриц высот GTOPO30, SRTM), результаты аэромагнитных съемок масштабов 1 : 25 000 – 1:200 000, растровые изображения космоснимков (со спутника Landsat) на Пермский край и другая информация.

Для сжатия больших объемов информации разработан модуль «Quadrotree», основанный на аппроксимации внешних элементов потенциальных полей системой истокообразных функций, представляющих собой поля эквивалентных источников (точечных масс) [1]. Алгоритм построения модели реализует декомпозицию задачи на ряд последовательных этапов с созданием “грубого образа” и последующим уточнением аппроксимационной конструкции. Для декомпозиции задачи используется широко применяемый при обработке изображений метод квадродерева [5]. В общем представлении квадродерево (рис. 3) обладает иерархически упорядоченной фрактальной структурой, с выраженным самоподобием относительно масштаба приближений. Первоначально область задания поля разбивается на четыре не перекрывающихся ранговых блока – квадрата большого размера. Источники располагаются в центрах квадратов на глубине $1\Delta x \leq h \leq 2\Delta x$, где Δx – шаг разреженной сети или расстояние между источниками в плане. Задача сводится к нахождению неизвестных масс источников в результате решения хорошо обусловленной системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). За значение поля непосредственно над источником принимается среднее арифметическое всех значений поля в пределах рангового блока. Разность исходного и модельного полей является объектом аппроксимации на следующем этапе. Уточнение аппроксимационной конструкции производится путем деления каждого рангового блока на четыре подобласти – квадраты меньшего размера с проверкой необходимости установки в их центрах источников на глубинах вдвое меньших первой. Построение модели завершается, когда достигнута максимальная глубина квадродерева n (расстояние между центрами квадратов наименьшего размера Δx_n равно ячейке исходной матрицы поля), либо отклонение модельного поля от измеренного на каком-либо этапе процесса не превышает требуемой погрешности аппроксимации ε во всех исходных точках задания поля. Результирующая модель характеризуется неравномерным распределением источников в плане с увеличением их количества вблизи

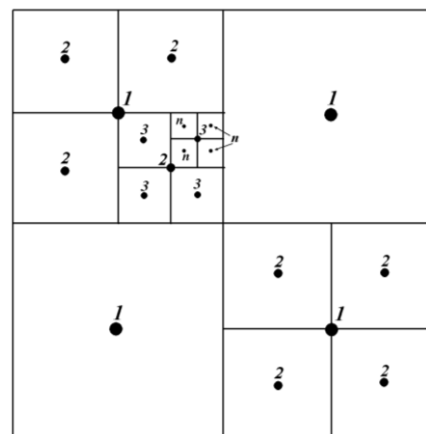


Рис. 3. Схема расположения эквивалентных источников в центрах ранговых блоков методом квадродерева

выраженных морфологических особенностей поля, и уменьшением – на участках, где поле имеет спокойный характер [3]. С помощью модуля «Quadrotree» производится преобразование имеющихся геолого-геофизические данных к виду сеточных моделей, имеющих намного меньший объем и обеспечивающих возможность восстановления исходных значений параметров с требуемой точностью, а также вычисления различного рода трансформант геопотенциальных полей в произвольно выбранных точках пространства.

База данных, являясь одним из главных звеньев архитектуры ИАС, выступает в качестве основного источника для обработки и анализа всей имеющейся информации.

Геофизические данные, уже хранящиеся в базе данных, требуют дальнейшей их обработки и анализа. Конечно, ГИС дает возможности передавать данные в обрабатывающие комплексы (внешние программы), а затем возвращать в ArcGIS для хранения и последующего создания цифровых карт, но для оптимизации процесса обработки было создано несколько модулей, реализованных в виде расширения как, например модуль «Quadrotree», а также в виде набора инструментов («Трансформации гравитационного поля») с использованием стандартного модуля Model Builder.

На стадии обработки и анализа данных система позволяет производить различные преобразования полей: аналитическое продолжение в верхнее и нижнее полупространство, расчет вертикальных производных потенциала, разделение полей методом вариаций (способом Саксова – Ниагарда) и методом усреднения в скользящем окне, тренд-анализ поля (региональная компонента при этом заменяется алгебраическим полиномом $Q_m(x)$ заданной степени m , коэффициенты которого определяются методом наименьших квадратов). В результате пользователь получает серию карт трансформант в формате GRID, которые совместно используются в процессе геологической интерпретации (рис. 4).



Рис.4. Процесс трансформации гравитационного поля

Таким образом, создана информационно-аналитическая система хранения, обработки и анализа геофизических данных на базе геоинформационной системы ArcGis версии 9.0. Собран единый банк данных, содержащий

как гравиметрическую информацию, так и большой объем разнородных данных. Большие объемы геолого-геофизических данных хранятся

в виде сеточных моделей. Разработано несколько модулей (расширений ArcGis) для оптимизации процесса обработки данных. Вследствие этого можно сказать, что весь процесс от сбора до оформления и вывода информации представлен

работой ИАС: подсистемой сбора и первичной обработки данных; подсистемой загрузки и хранения данных, подсистемой обработки и вывода информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгаль А.С. Компьютерные технологии обработки и интерпретации данных гравиметрической и магнитной съемок в горной местности. – Абакан: ООО Фирма «Март». – 2002. – С. 188.
2. Кузнецов О.Л., Никитин А.А., Черемсина Е.Н. Геоинформатика и геоинформационные системы. – М.: ВНИИГеосистем, 2005.
3. Пугин А.В. Аналитическая аппроксимация геопотенциального поля методом квадродерева // Материалы 33-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. – Екатеринбург, 2006. – С. 292 – 295.
4. Симанов А.А. Информационно-аналитическая система обработки материалов гравиметрических съемок // Материалы 33-й сессии Международного семинара им. Д. Г. Успенского. – Екатеринбург, 2006. – С. 328 – 330.
5. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. – М.: Триумф, 2003. – 320 с.

© А.А. Симанов, А.В. Пугин, 2006

УДК 528.4

С.Ф. Мазуров

ФГУП ВостСибАГП, Роскартография

Л.А. Пластинин, Р.В. Корюгин

ИрГТУ, Иркутск

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ (МО) СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ ПРИБАЙКАЛЬЯ)

Применение геоинформационных технологий с аккумулированной в них информацией на основе системной компьютеризации через создание и использование электронных карт позволяет эффективно управлять различными территориальными объектами.

Одна из задач ГИС в управлении территорией района – это совершенствование подходов к изучению объектов и явлений, формированию представления о территории как о сложной, но единой системе. Использование муниципальных ГИС позволяет делить управленческую деятельность на три категории:

- Стратегическое планирование – процесс принятия решений относительно целей и стратегий организации, изменения целей, использования ресурсов;
- Управленческий контроль – процесс, посредством которого обеспечивается получение ресурсов и их эффективное использование;
- Оперативный контроль – процесс обеспечения эффективного и квалифицированного выполнения конкретных задач.

Применение новых информационных, в частности, геоинформационных технологий в управлении муниципальным хозяйством повышает качество управленческих решений, ведущих к достижению экономического эффекта.

Развитие ГИС района необходимо проводить по основным взаимосвязанным этапам:

- Создание условий и обеспечение применения ГИС-технологий в управлении районом;
- Разработка и реализация ГИС-проектов для потребностей муниципалитета, органов государственной власти, предприятий и учреждений района;
- Выполнение проектных работ;
- Образование и развитие кадрового потенциала;
- Создание информационной сети ГИС отдельного административного района.

Муниципальные ГИС позволяют значительно улучшить и автоматизировать процесс обработки информации, ввести в документооборот картографические материалы. «Географичность» объектов позволяет разработать структуру единой районной информационной системы ядром которой является ГИС. Целесообразно формирование единой сетевой информационной системы, обладающей гибкостью и независимостью функционирования компонентов, но поддерживающей единые стандарты обработки и обмена информацией. Наиболее перспективно создание распределенных муниципальных ГИС. Муниципальная ГИС с сетевой структурой позволяет разработать единую информационную систему районного управления и повысить информационную обеспеченность работы всех подразделений. Происходит совершенствование структуры, методов и порядка работы управления территориями. Эффективнее используются материальные и трудовые ресурсы. Появляются новые возможности получения, распространения и использования информации через внедрение новых телекоммуникационных, геоинформационных и офисных технологий. Картографические материалы интегрируются в единый муниципальный документооборот.

Процесс разработки муниципальной ГИС можно разделить на 4 этапа: стратегическое планирование, оценка сферы деятельности, разработка системы, создание системы.

Одним из важнейших вопросов создания муниципальных ГИС является подготовка цифровых основ в заданных кодах, структуре, форматах, удовлетворяющих требованиям прямого ввода и обработки. Источниками информации о местности для их создания служат топографические карты и материалы дистанционного зондирования. Качество цифровых карт определяется их информативностью, точностью, полнотой содержания, актуальностью, корректностью внутренней структуры данных [1,2].

Содержание карт районных муниципальных образований (МО) районов состоит из 4 основных блоков: картографической основы, природных комплексов и природных ресурсов, хозяйственных объектов и административно – хозяйственных границ разных уровней.

Картографическая основа таких карт представляет собой компоновку элементов топографической карты, включающих математическую основу и элементы содержания. Математическую основу составляет картографическая проекция Гаусса-Крюгера, связанная с ней координатная сетка, масштаб и опорная геодезическая сеть.

Общегеографические элементы содержания составляют гидрография, рельеф, элементы растительного покрова, населенные пункты, пути сообщения, а также промышленные и социально-культурные объекты, служащие ориентирами.

Условные обозначения элементов картографической основы, входящих в содержание тематических карт, соответствуют условным знакам, принятым для топографических карт того же масштаба.

Все элементы картографической основы служат «каркасом» для привязки специального содержания, при пользовании картой они облегчают ее чтение, ориентирование и уяснение закономерностей географического размещения основного содержания карты.

Важнейшим элементом специального содержания административно-хозяйственных карт являются природные комплексы, представляющие собой ненарушенные человеком хоровогические образования природной среды, находящиеся в системе высотной поясности в зависимости от биоклиматических параметров среды и приуроченные к определенным формам рельефа. Стандартно, в горных и предгорных районах выделяются следующие типы природных комплексов: высокогорные гольцовые и подгольцовые, горно-таежные, таежные, подтаежные, долинные.

Следующей частью специального содержания карт являются природные ресурсы и хозяйственные объекты, сгруппированные в легенде по характеру их использования.

Отображение лесохозяйственных объектов раскрывает качественные и количественные характеристики лесных ресурсов, масштаб и интенсивность лесопользования, а также их пространственное размещение на территории участка картографирования. Лесопокрываемые площади характеризуют выделы (ареалы) преобладающих пород леса с указанием их возраста, они изображаются точечным пунктиром со значково-буквенным символом внутри выдела. Начальные стадии восстановления лесов, нарушенных лесохозяйственной деятельностью, отображаются условными обозначениями вырубок и гарей. Кроме того, в качестве одной из форм нарушения лесной растительности показывают просеки и геологические профили.

Земельные ресурсы, в т. ч. сельскохозяйственные угодья изображаются желтым качественным фоном со значком внутри выдела и подразделяются на пашни, сенокосы и пастбища. В качестве с/х объектов показываются животноводческие фермы с указанием их товарной направленности.

На карту наносятся квартальная лесоустроительная сеть, точно привязанная к топографическим элементам и географическим координатам. Точная географическая привязка лесоустроительной сети – важнейший отличительный признак нового вида карт МО от ведомственных картографических материалов.

Водохозяйственные объекты и водные ресурсы включают объекты водного транспорта на водохранилищах и судовых реках: пристани, причалы, остановочные пункты, паромы, плотовые рейды, запаны и боны, и, основной и дополнительный судовой ход. Также в эту группу объектов включаются зоны затопления проектируемых водохранилищ.

Минерально-сырьевые ресурсы характеризуют контуры геологических запасов месторождений полезных ископаемых, а также горнодобывающие объекты (карьеры) с указанием добываемого минерального сырья.

Блок границ включает: государственные, административные (субъектов Российской Федерации), границы районов, городских, поселковых и сельских МО, и хозяйственные границы (землепользователей, держателей лесного фонда и др. хозяйственных структур) границы. В качестве новых субъектов землепользования выделяются земли, отданные в ведение новым МО: городским, поселковым и сельским и др., а также отображаются границы или местоположения фермерских хозяйств или их групп.

К творческим результатам методики создания электронных карт (ЭК) районных МО относятся:

- Проведение кондиционной редакционно-технической подготовки создания ЭК;
- Разработка и создание Условных компьютерных знаков (цифрового классификатора) ЭК;
- Формирование растровых основ составления ЭК и их векторизация;
- Обработка состава и характера картоиздательских процессов ЭК с учетом компьютерного цветоделения;
- Определение варианта печати тиража созданных ЭК с учетом возможностей разных программных продуктов.

Общую технологическую цепочку создания и издания административно-хозяйственных карт можно представить в виде схемы (рис. 1) [3].

карты приписаны характеристики. Например, собственное название, высота объекта, наименование землепользователей.

2. Разработка иерархической структуры слоев и стилей, создание электронного шаблона карты.

Этапы составительско-оформительского процесса представлены в виде схемы (рис. 2).

Перевод растровых изображений в векторную форму заключался в непосредственном цифровании, осуществляемом либо ручным методом по растровой подложке или полуавтоматическим интерактивным способом в программе Map 2003 «ПАНОРАМА» или в программе Easy Trase. Процесс векторизации опирался на основные правила цифрования с обязательным соблюдением топологии. Векторизация заключалась в обеспечении метрической и семантической информацией дискретных, линейных и площадных объектов и их подписей в соответствии с заранее подготовленной управляющей информацией, содержащейся в файле классификатора описания цифруемых объектов, осуществлялось редактирование и контроль цифровой информации. В качестве исходного материала использовались статистические материалы, растровые расчлененные карты, материалы космической съемки для обновления ситуации участков местности наиболее изменившихся вследствие промышленного и хозяйственного освоения территорий.

При векторизации соблюдалась систематическая очередность преобразования групп картографических объектов в векторную форму:

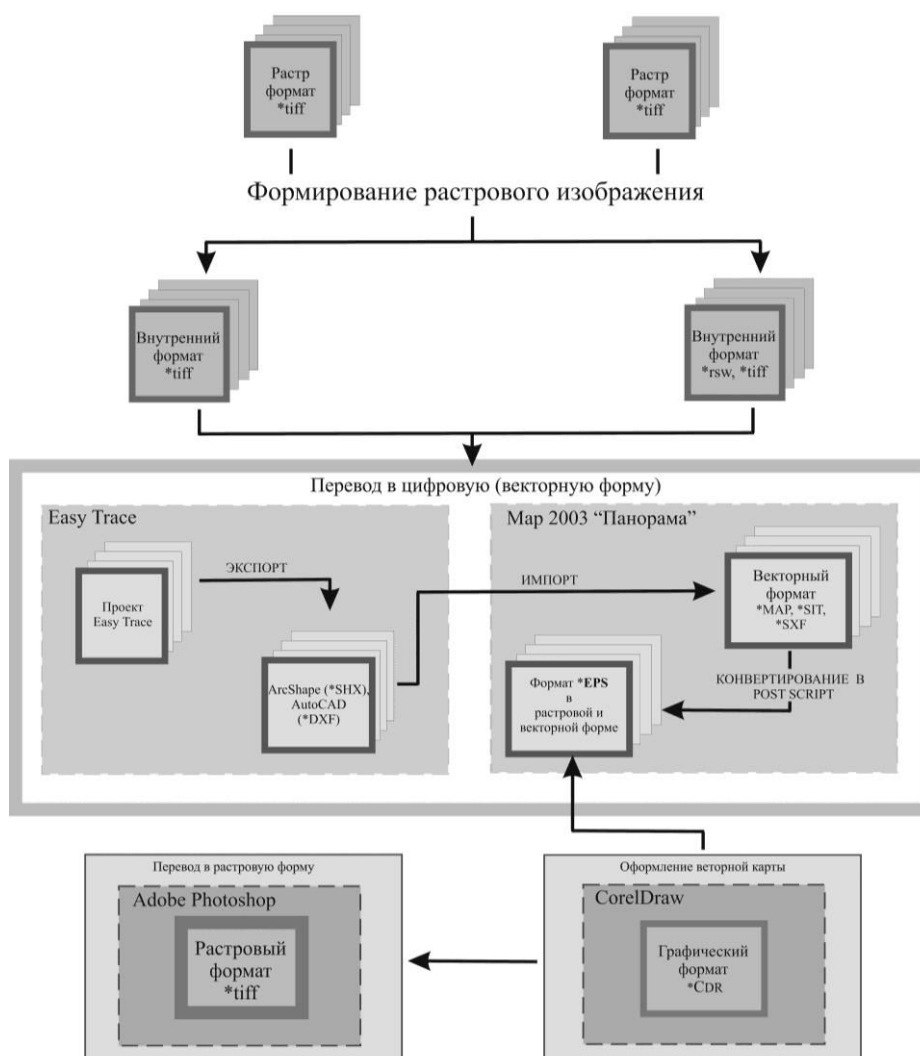


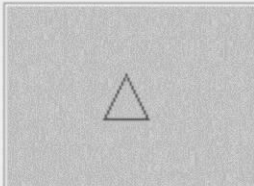
Рис. 2. Этапы составительско-оформительского процесса

- а) площадные, линейные, векторные, точечные объекты гидрографии;
- б) объекты рельефа. При цифровании рельефа объекты согласуются с созданными ранее объектами гидрографии. При этом объекты гидрографии считаются более приоритетными;
- в) населенные пункты и объекты промышленного и социально-культурного назначения. При необходимости контура населенных пунктов согласуются с созданными ранее объектами гидрографии;
- г) дорожная сеть. При цифровании дорожной сети вначале следует нанести линейные объекты, а затем векторные и точечные объекты, используя режимы копирования;
- д) растительность. При векторизации объекты согласуются с созданными ранее объектами гидрографии. При этом объекты гидрографии считаются приоритетными.

При векторизации картографического растрового изображения определяются три главных параметра: тип объекта, метрика (координаты) и семантика (характеристика объекта).

Тип объекта определяется его графическим представлением на обозначении и обозначает конкретный объект или класс объекта на карте. Метрика определяется из положения объекта на изображении, а она различна для разных типов объектов. Линейные объекты представляются отрезками, символы – одной или двумя точками, а области – контурами (полигонами). Все характеристики описываются в семантике. Семантика отражает некоторые характеристики объекта (рис. 3).

Выбор объекта - "1"



Код: 100000608
Номер: 958
Тип: ТОЧЕЧНЫЕ
Длина: -
Площадь: -

Имя: Землепользователи
Слой: Кадастровые объекты
Ключ: P100000608

☐ Отображать все карты

Выбор Отказ Вперед Назад Помощь Инфо

Семантика | Метрика | Масштаб | Вид | На печать

Название	Код	Значение	Обяз.
СОБСТВЕН.НАЗВ.(ТЕКСТ ПОД...	9	Аренда (ТОО "Гороховский", постановл...	
КАДАСТРОВЫЙ НОМЕР	230	38:06:040601:0109	
Площадь землепользования	299	15.8500	
Порядковый номер участка	300	18	

СОБСТВЕН.НАЗВ.(ТЕКСТ ПОДПИСИ)
Аренда (ТОО "Гороховский", постановление № 264 от 15.04.1996)

Добавить Удалить Сохранить Отменить

Рис. 3 Семантическая характеристика объектов в составе МО

Полученные векторные слои в программе Easy Trase и Map2003 «ПАНОРАМА», где производились операции наложения всех слоев картографической основы и тематической информации, их оформление и создание подписей объектов конвертировались в векторный формат Corel Draw для подготовки электронных версий к изданию.

При этом решается проблема передачи информации в издательские системы. Для экспорта из ГИС используется обменный формат, но возникает необходимость в отслеживании правильной и полной передачи при импорте в формат Corel Draw.

Основные этапы предпечатной подготовки карт к изданию:

- Создание издательского оригинала карты;
- Преобразование изображения карты (растрирование);
- Масштабирование картографического растрового изображения;
- Компонировка карты (дизайнерские картографические работы);
- Форматирование и редактирование подписей, надписей на карте;
- Обработка изображения (удаление возможных шумов, улучшение качества изображения, корректировка изображений).

Одной из основных проблем техники печати является выбор подходящего пакета программного обеспечения рабочей группы для издательской системы в картографии. В настоящее время для целей картоиздания находят применение графо-издательские программы, не имеющие специальной картографической направленности, но обладающие оформительскими возможностями, обеспечивающими создание картографических произведений любой сложности и их печати офсетным способом. Оформительские работы проводятся с использованием программ векторного графического дизайна. Применение различных типов линий и фоновых окрасок позволяет эффективно создавать картографическое изображение любой сложности. Структура слоев и стилей обеспечивает оперативное редактирование и внесение исправлений.

В Corel Draw производились сводка основной карты и легенд, создание рамок и зарамочного оформления, окончательный дизайн всего поля карты. Оформление различных текстовых материалов (списков объектов, указателей географических названий) производится в тех же программах верстки и осуществлялся перевод векторного изображения в цифровую растровую форму. [5].

Такое преобразование изображения «вектор-растр» заключается в переходе от графических координат вершин векторов в систему координат растрового изображения. После чего необходимо произвести анализ цветопередачи и при необходимости осуществляется коррекция цветов. [4]

Цвета и цветовые различия могут быть выражены с помощью различных математических моделей. Наиболее часто на практике используются две модели описания цвета: RGB и CMYK. Модели хоть и связаны друг с другом, однако, их взаимные переходы друг в друга (конвертирование) не происходят без потерь. Тем более что цветовой охват у CMYK-модели меньше вследствие более низкой чистоты основных красок по сравнению с основными излучениями RGB-модели. Это вызывает необходимость выполнения сложных калибровок всех аппаратных средств издательских компьютерных систем, требующихся для работы с цветом: 1) сканера (при формировании растровых основ); 2) монитора (по нему судят о цвете и корректируют его); 3) выводного устройства (при подготовке к изданию печатных форм). Так же необходима калибровка (нормализация процесса печатания) полиграфического оборудования – печатной машины (выполняющей конечную стадию – печать).

Существуют цвета, составляющие так называемую полиграфическую триаду печатных красок голубой, пурпурный и желтый. При печати с использованием красок этих цветов они поглощают красную, зеленую и синюю зоны спектра белого света и, таким образом, большая часть видимого цветового спектра может быть воспроизведена (репродуцирована) на бумаге. Проблема заключается в реальности и чистоте цвета красок. Данные модели описывают реальные полиграфические печатные краски, которые, увы, далеко не так идеальны, как цветные излучения.

В издательской системе растровой графики Adobe Photoshop изображение переводилось в палитру CMYK (голубой, пурпурный, желтый, черный).

Корректурa и редакционный просмотр производятся по распечатке, выполненной на струйном или лазерном принтере. Обычно достаточно двух – трех корректурных оттисков (большее число оттисков свидетельствует о нарушениях в технологическом процессе), единичные замечания принимаются корректором на экране монитора. Также принтерные оттиски служат основой для создания макетов специального содержания.

После самокорректур, исправлений выполненными редакторами и окончательных дизайнерских работ производится монтаж страниц на печатный лист с учетом формата печатной машины. Тиражирование карт выполнялось офсетным способом печати.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы геоинформатики: кн.1: Учебное пособие для студентов вузов (Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.) Под редакцией В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
2. Основы геоинформатики: кн.2: Учебное пособие для студентов вузов (Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.). Под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
3. Пошивайло Я.Г. Технологическая схема создания карт и атласов с применением компьютерных картографических систем // Тез. докл. материалы междунар. науч.-техн. конф. «Соврем. Проблемы геодезии и оптики», посвящ. 65-летию СГГА-НИИГАиК, 23-27 нояб. 1998 г. – Новосибирск: СГГА, 1999. – С. 205.
4. Абламейко С. В. Лагуновский Д. М. Обработка изображений: технология, методы, применение. Учебное пособие. – Мн.: Амалфея, 2000. – 304 с.
5. Бурлаков М.А., CorelDraw 12, 2004.

© С.Ф. Мазуров, Л.А. Пластинин, Р.В. Корюгин

УДК 681.3, 504.062, 528.94, 528.9.004.14

П.И. Матвеев

ОАО «КГИЛЦ», Апатиты

СОЗДАНИЕ WEB ГИС-АТЛАСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В данной статье представлен опыт проведения работ и разработки технологии создания WEB-сервисов в виде интерактивного векторного «Цифрового атласа состояния и использования природных ресурсов Мурманской области масштаба 1 : 500 000» на основе ГИС-портала и серверной базы данных (БД). Разработка осуществлена коллективом вычислительного центра ОАО «Кольский ГИЛЦ» города Апатиты в 2004-05 годах в рамках проекта по «Созданию Единой информационно-аналитической системы природопользования и охраны окружающей среды Мурманской области» [1].

Необходимость создания такого рода информационных систем обусловлена потребностью Правительства области и региональных подразделений государственной службы МПР России в обеспечении актуальной природно-

ресурсной информацией для принятия управленческих решений в сфере планирования, организации и контроля лесопользования, водопользования, недропользования и воспроизводства минерально-сырьевой базы региона [2].

В качестве основы программной среды реализации выбраны продукты ESRI, так как ОАО «Кольский ГИЛЦ» является региональным дистрибьютором данных программных продуктов.

Состав работ включал следующие операции.

1. Анализ состояния цифровых материалов по лесопользованию, водопользованию, недропользованию и воспроизводству минерально-сырьевой базы Мурманской области.

2. Актуализация и наполнение цифровых карт и тематических БД по видам природных ресурсов на основе современных данных дистанционного зондирования (ДЗЗ).

3. Генерализация пространственных векторных цифровых материалов по видам природных ресурсов до масштаба 1 : 500 000.

4. Систематизация, унификация и стандартизация пространственных цифровых материалов и тематических БД по видам природных ресурсов для использования в среде новых информационных технологий на основе серверной реляционной СУБД.

5. Создание единого серверного хранилища пространственных и тематических БД по видам природных ресурсов.

6. Конвертация пространственных векторных цифровых материалов по видам природных ресурсов в серверную реляционную СУБД.

7. Создание рабочего макета ГИС-портала для обеспечения удаленного доступа к пространственным векторным цифровым материалам и тематическим БД по видам природных ресурсов на основе WEB-ГИС-технологий.

По результатам изучения и анализа состава пространственных слоёв были созданы тематические разделы для хранения пространственных объектов, определены и организованы связи между объектами, созданы правила отображения объектов и определены методы наполнения модели «Цифрового атласа ...». Пространственная БД создана на серверной платформе на основе шлюза ArcSDE к СУБД MS SQLServer 2000.

В процессе работ по формированию серверного хранилища пространственных данных выполнены следующие операции:

1. Детальная проверка корректности слоёв пространственной информации, исправление выявленных ошибок, проверка геометрии пространственных слоёв разных лет, актуализация информации на 2005 год по данным ДЗЗ;

2. Конвертирование в единую систему координат;

3. Добавление полей с ключевой атрибутивной информацией в слои картографической основы и заполнение данными;

4. Разделение на классы векторных объектов, подтипы и тематические наборы согласно утвержденным классификаторам;

5. Создание доменов, классов взаимных отношений, топологически корректных связей пространственных объектов, проверка топологии;

6. Подготовка и загрузка слоев пространственной информации в СУБД MS SQLServer 2000 с помощью сервера приложений ArcSDE 9;

7. Создание пространственных индексов;

В результате проведенных работ создан вариант «Цифрового атласа ...» для работы в локальной сети и разработан интерфейс на базе ArcGIS 9.

Проведены опытные работы по реализации удаленного доступа к тематическим и пространственным БД по технологии Интранет/Интернет:

8. Разгрузка информационного наполнения ГИС-проектов и подготовка карт для публикации на специализированном картографическом WEB-сервере ArcIMS 9;

9. Создание удобных интерфейсов для работы с использованием технологии .NET Framework 2.0.

В комплект «Цифрового атласа ...» включены пространственные данные в виде цифровых моделей карт следующего содержания:

- Цифровая топографическая основа;
- Карта административного деления;
- Карта четвертичных образований;
- Географическая карта;
- Краеведческая карта;
- Карта месторождений полезных ископаемых;
- Карта геологического строения (дочетвертичных образований) с БД гипертекстовых объяснительных записок;
- Карты распределения месторождений полезных ископаемых по отдельным видам МСБ:
 - Черные и цветные металлы,
 - Благородные металлы и алмазы,
 - Редкие металлы и горно-химическое сырье,
 - Общераспространенные полезные ископаемые с БД «Паспортов месторождений общераспространенных полезных ископаемых»;
- Карта распределенного и нераспределенного фонда недр с БД «Лицензирование недропользования»;
- Карта размещения и использования поверхностных водных объектов с БД «Водные объекты» и «Лицензирование водопользования»;
- Карта гидротехнических сооружений;
- Карта особо охраняемых природных территорий с БД «Паспорт ООПТ»;
- Карта лесоустройства и лесных ресурсов с БД «Лесоустройство».

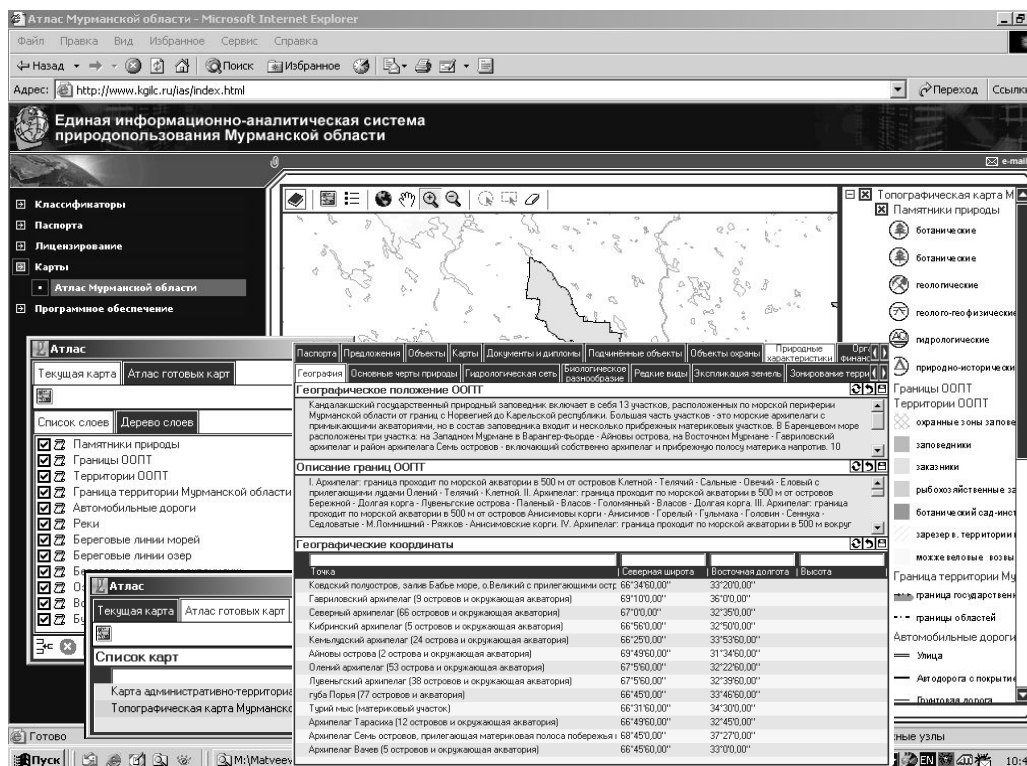


Рис. 1. Пример реализации WEB-интерфейса ГИС-портала:
карта ООПТ и БД «Паспорт ООПТ»

Разработанный WEB-интерфейс ГИС-портала позволяет выбрать векторную цифровую карту или составить новую из любого набора слоёв из списка карт и загрузить в окно картографического фрейма браузера. При выделении объекта на карте «мышью» вызывается интерфейс просмотра данных из связанных разделов тематических БД или из атрибутивной таблицы пространственного слоя в новом окне браузера.

В ближайшем будущем планировалось включение в комплект «Цифрового атласа ...» цифровых моделей карт следующего содержания:

- Распределение цифровых картографических ресурсов и покрытие ДДЗ на территорию Мурманской области;
- Карта изученности территории Мурманской области геолого-разведочными работами (ГРР) по масштабам и видам работ с БД «Паспорта геологических отчётов»;
- Геоморфологическая карта;
- Карты распределения элементов в лесных зелёных мхах, растительной подстилке (горизонт А0), рыхлых отложениях (горизонт С) и суммарных показателей загрязнения для элементов: Ag, Al, As, B, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, S, Sr, Th, U, V
- Карта распределения уникальных месторождений полезных ископаемых и месторождений, перспективных для инвестиций;
- Карта запасов водных ресурсов и подземных вод хозяйственно-бытового назначения;

- Карты санитарно-гигиенического состояния водных объектов - источников питьевого водоснабжения;
- Карты сбросов сточных, шахтно-рудничных, коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты;
- Карты экологического состояния водных объектов;
- Карты современных экзогенных геоморфологических процессов и опасных природных явлений – селеопасность, лавиноопасность, сейсмоопасность.

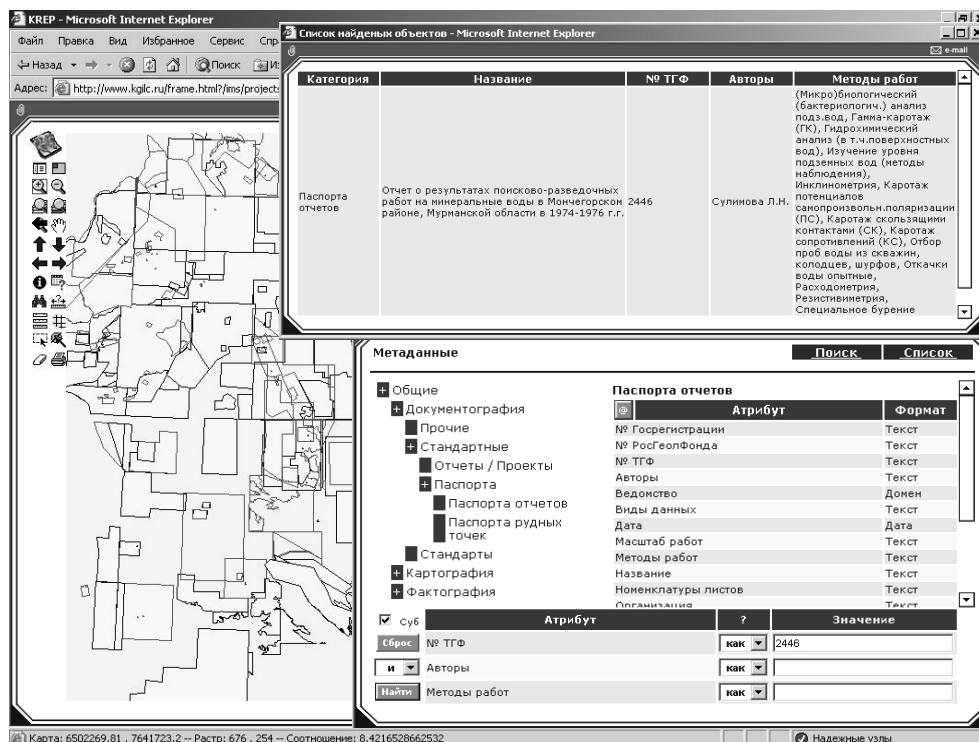


Рис. 2. Пример реализации WEB-интерфейса ГИС-портала:
карта изученности территории области геолого-разведочными работами и БД
«Паспорт геологического отчёта»

И даже разработаны действующие макеты WEB-интерфейса ГИС-портала на основе картографического WEB-сервера ArcIMS 9 и программных модулей по технологии .NET Framework 2.0 (см. рис. 1 и 2). Проведена опытная эксплуатация ГИС-портала в рабочем режиме.

В дальнейшей перспективе были запланированы работы по созданию и включению в комплект «Цифрового атласа ...» векторных пространственных данных и БД следующего содержания:

- Туристическая карта;
- Карты кадастра земельных ресурсов;
- Карты и БД кадастра сооружений;
- Электроснабжение: ЛЭП, гидростанции, ТЭС;
- Дорожная сеть: железные дороги, транспортные автомагистрали, автодороги, покрытие, качество полотна и отсыпки;
- Водоснабжение: водозаборы, трубопроводы, качество воды;

- Средства связи: линии связи, узлы сотовой и космической связи;
- Объекты возможных ЧС: нефтеналивные хранилища, газонаполнительные станции, автозаправочные станции, АЭС, хранилища ядохимикатов, взрывчатых веществ и хлора;
- Карты размещения и состава населения по данным переписи 2004 года: пол, возраст, занятость, уровень образования, трудовые ресурсы, пенсионеры, дошкольники, учащиеся школ, налогоплательщики, данные о заболеваемости и смертности и состоянии здоровья;
- Карта границ избирательных округов, БД паспортов территориальных единиц;
- Карты размещения объектов промышленности.

Наиболее известный «атласный» WEB-ресурс <http://sci.aha.ru/ATL/ra00.htm> – Web-Атлас «Россия как система» и «Окружающая среда и здоровье населения России» по сути является демонстрацией цветных «постеров» в виде статических карт-открыток в форматах *.JPEG, *.PNG, *.TIFF. Полная аналогия бумажных Атласов в лучших традициях картографической школы.

На представленную разработку по составу данных и технологии доступа весьма похож Web-Атлас «Интерактивные карты Нижегородской области» http://213.177.108.18/map1_1.asp г. Нижний Новгород. Но, в структуре интерфейса Нижегородского Web-Атласа не заложена возможность послойного выбора пространственных данных и подключения тематических БД.

Таким образом, в сравнении с другими Web-Атласами данная разработка предоставляет больше возможностей пользователям для именно «интерактивной» работы с пространственной и тематической информацией. Однако, из-за хронического недофинансирования работы по реализации ГИС-портала фактически прекращены. К большому сожалению, для обычных пользователей сети Интернет, вся наиболее интересная функциональность ГИС-портала недоступна и сам «Цифровой атлас состояния и использования природных ресурсов Мурманской области» находится в закрытой зоне сайта <http://www.kgilc.ru/> и работает как корпоративный Интранет-сайт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матвеев П.И., Данилов И.Д. Региональная ГИСППР управления природными ресурсами для ОГВ на основе картографического WEB-портала // ИнтерКарто/ИнтерГИС 10: Устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт. Материалы Международной конференции. г. Владивосток – Чаньчунь (КНР), 12-19 июля 2004. – Владивосток: Изд-во: ТИГ Дво РАН, 2004. – С. 143 – 148.
2. Матвеев П.И., Данилов И.Д. WEB-ГИС как приоритетная альтернатива обеспечения эффективности управления природно-промышленными системами // Наука и развитие техносферы Заполярья: опыт и вызовы времени. Материалы международной конференции. Апатиты, 29 ноября – 1 декабря 2005г. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2005. – С. 141 – 144.

© П.И. Матвеев, 2006

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС И ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ И ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ

Создание и визуализация пространственных моделей местности (ПММ) – это совокупность систематизированных инструментов, методов, операций над данными, имеющими геопространственную привязку, а также над функциями изображения, позволяющих отразить на экране монитора поведение и развитие различных процессов и явлений с использованием машинной графики. Отсюда следует, что ПММ является единым многофункциональным объектом, состоящим из ряда компонентов, связанных между собой.

Предлагаемая методика создания ПММ с использованием различных источников информации (космических изображений, аэрофотоснимков, тиражных оттисков топографических карт, планов городов, справочно-текстовой информации) предполагает получение нового универсального вида картографической продукции – ПММ, создаваемых с использованием двух технологий: ГИС и фотограмметрической обработки данных, позволяющих синтезировать на изображении ПММ разнородные данные о местности.

Методика включает все технологические этапы: от сбора и оценки исходных данных, их обработки до создания различных универсальных и проблемно-ориентированных видов ПММ.

Для создания многофункциональных ПММ необходимо использовать большое количество разнородных данных о местности, в том числе: электронные карты, аэрокосмические материалы, видеоинформацию, текстово-справочную информацию и др. Для обработки этих данных и использования их для создания ПММ целесообразно совместное применение двух технологий – ГИС (обработка информации о местности, представленной в векторной форме) и цифровой фотограмметрии (обработка данных ДЗЗ).

Синтез этих двух технологий обусловлен информационными особенностями снимка и карты. Снимки содержат часть информации, отображаемой на картах. В то же время они дают более оперативную информацию, прежде всего о новых явлениях и процессах. Снимки служат хорошим средством оперативного контроля и мониторинга. В отличие от карт они позволяют оперативно выявлять новые объекты и процессы их развития. Например, использование аэрофотоснимков обеспечивает возможность подробной и правильной передачи плановых очертаний природных и социально-экономических объектов. С другой стороны объекты карты могут обогатить изображение ПММ, передавая количественные и качественные характеристики объектов, дают возможность отображать на ПММ специальные объекты и явления, не относящиеся к объектам местности (например, атмосферное давление).

Технологическая схема создания ПММ включает следующие этапы (рисунок 1):

- Определение функционального использования ПММ;
- Подготовку исходных данных;
- Построение цифровой модели рельефа (ЦМР);
- Создание оптимальной информационной нагрузки ПММ с привлечением разнородной информации;
- Формирование трехмерного объектового состава;
- Настройку параметров визуализации и рендеринг ПММ на экране монитора.

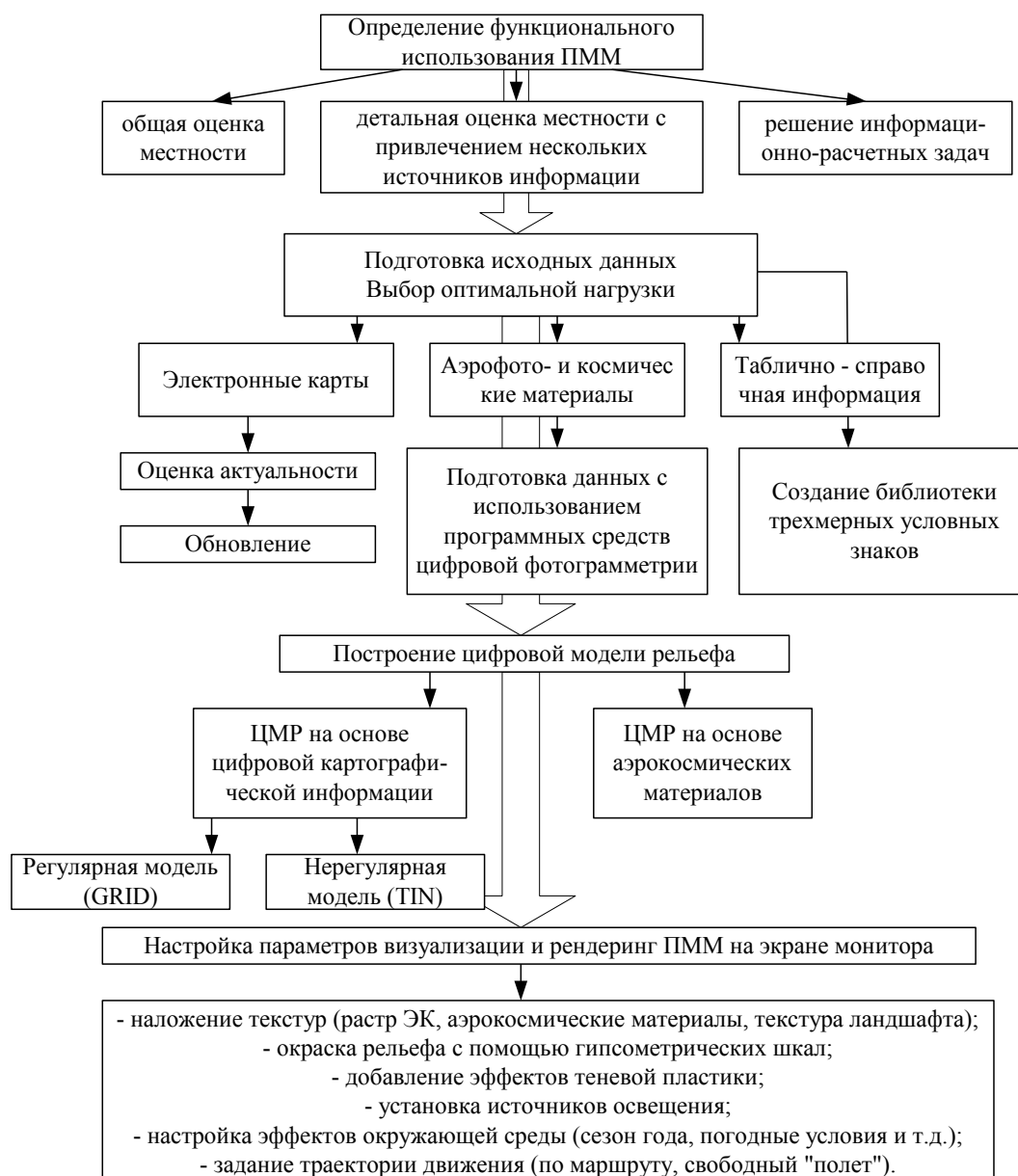


Рисунок 1 - технологическая схема создания ПММ

Определение функционального использования ПММ и подготовка исходных данных

Можно выделить три основных направления использования ПММ:

- Общая оценка местности;
- Детальная оценка местности с привлечением нескольких источников информации;
- Решение информационно-расчетных задач.

Общая оценка местности используется для определения основных свойств местности (характер рельефа, наличие водных ресурсов, тип ландшафта и т.д.), например, в учебных целях, для использования в тренажерных комплексах. В качестве исходных данных применяют мелкомасштабные электронные карты и космические снимки.

Детальная оценка местности позволяет решать конкретные задачи в таких областях как научные исследования, национальная безопасность, строительство (определение места под застройку), городской кадастр (оценка стоимости жилья), экологический мониторинг (зоны загрязнения) и многих других. В этом случае ПММ должна иметь оптимальную (достаточную для решения поставленных задач) информационную нагрузку. В качестве исходных данных применяют как мелкомасштабные электронные карты и космические снимки, так и крупномасштабные электронные карты, планы городов, аэрофотоснимки, тематические базы данных, видеоинформацию и т.д.

Решение информационно-расчетных задач предполагает в первую очередь создание высокоточных ПММ. С помощью этих ПММ решают следующие задачи: определение расстояний с учетом абсолютных и относительных высот, вычисление уклона, используемое, например, при определении риска оползней; вычисление экспозиции склонов, используемое, например, при определении участков оптимального земледелия и т.д. Основным свойством таких ПММ является метричность.

Подготовка исходных данных включает:

- Подборку электронных карт на заданную территорию;
- Обновление (в случае необходимости) электронных карт по аэрокосмическим материалам;
- Подборку текстово - справочной информации по интересующей тематике;
- Привязку аэрокосмических материалов к топоснове;
- Создание дополнительных фото- и видеоматериалов.

Построении ЦМР на основе цифровой картографической информации

При построении ЦМР на основе цифровой картографической информации (ЦКИ) используются различные оригинальные высокоэффективные алгоритмы. При этом ЦМР можно строить как регулярный прямоугольный массив точек GRID со значением высоты в каждой точке (такая модель рельефа является дискретной), либо в виде триангуляционной модели TIN. Исходной информацией для создания ЦМР являются оцифрованные горизонталы и точки высот.

При создании ПММ целесообразно с помощью регулярной модели описывать слабо выраженную местность, а сильно выраженную местность описывать с помощью модели типа TIN, т.к. она позволяет наиболее достоверно описывать рельеф в районах значительного и резкого расчленения, перегибов склонов, позволяя передать все характерные формы рельефа.

Создание ЦМР методом триангуляции позволяет строить упрощенные модели, которые имеют значительно меньший размер (это особенно актуально при работе в реальном времени) и модели детализированные (отдельные треугольники разбиваются на более мелкие) с последующим сжатием координат узлов и топологии. Существуют также алгоритмы, позволяющие строить триангуляцию требуемого разрешения, а также триангуляцию, разрешение которой меняется на различных ее участках [9].

Построении ЦМР с использованием технологии фотограмметрической обработки материалов

Для получения ЦМР сегодня часто применяется цифровая фотограмметрия по стереопарам аэро- или космических снимков - нередко в режиме, приближенном к автоматическому, с использованием расчета параллакса по соответствующим местам двух снимков, которые находятся по алгоритму пространственной корреляции. Особые возможности для построения ЦМР открывает использование радиолокационных космических съемок радаром с синтезированной апертурой. При этом можно использовать стереопары и строить рельеф на основании автоматического нахождения соответствующих точек на снимках и измерении параллакса, подобно тому, как это происходит в обычной цифровой фотограмметрии. В радарных снимках существует, однако, значительная специфика, поэтому требуется использовать специальное программное обеспечение [5].

Одно из достижений современных технологий – использование в качестве исходных данных не стереопары, а одиночного снимка с выделением фазовой информации из радиолокационного сигнала, полученного для одного и того же участка местности одновременно двумя антенными системами. Разворачивая эту фазу методами радарной интерферометрии, можно получить точную модель рельефа, имеющую максимальную точность порядка длины волны сигнала, т.е. в единицы – десятки сантиметров.

Получаемые с помощью цифровой фотограмметрической обработки данные (ЦМР, оцифрованные горизонталы) могут быть сохранены в обменных форматах и переданы для дальнейшего использования в ГИС.

Цифровые модели рельефа, созданные по аэрокосмическим материалам, имеют более высокую точность в отличие от ЦМР, построенных по картографической основе. К преимуществам создания ЦМР в ГИС можно отнести - меньшие затраты ресурсов, к недостаткам - зависимость от подробности исходной картографической информации.

Выбор метода построения ЦМР напрямую зависит от назначения ПММ.

Для создания ПММ, применяемых в целях общей оценки местности, достаточно точности ЦМР, построенных в виде регулярной матрицы высот. За

счет этого будет уменьшен объем ПММ, т.к. охват территории для таких ПММ может быть достаточно большим.

Пространственные модели местности для детальной оценки местности создаются, как правило, на небольшую территорию с более точными расчетами при формировании рельефа, и предполагают создание ЦМР в виде TIN.

Пространственные модели местности, предназначенные для выполнения информационно-расчетных задач, предъявляют самые высокие требования к точности ЦМР. В этом случае, целесообразней всего строить ЦМР с использованием программных средств цифровой фотограмметрии.

На рисунке 2 представлена блок-схема алгоритма создания ЦМР в зависимости от назначения ПММ.

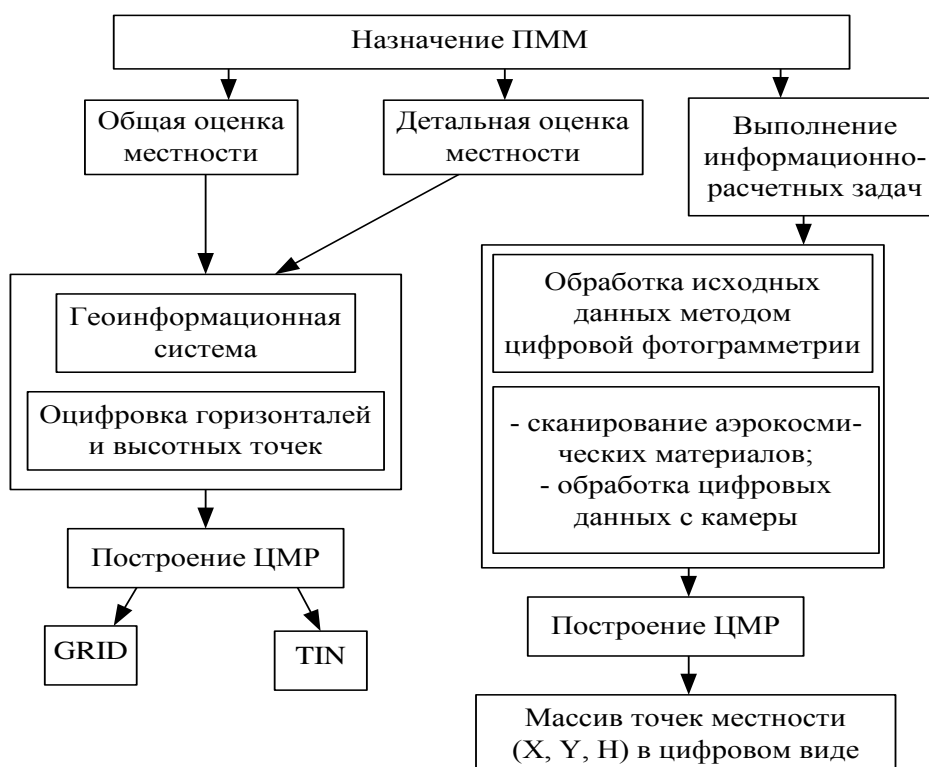


Рисунок 2 - блок-схема алгоритма создания ЦМР в зависимости от назначения ПММ

Однако создание ЦМР решает только вопрос точности ПММ и не учитывает принципов построения ПММ: наглядности, многоплановости, читаемости и подобия местности. Для создания наглядных и информативных ПММ более широкие возможности имеют ГИС (варьирование составом отображаемых объектов, редактирование и обновление семантических и метрических характеристик и т.д.) и что наиболее важно, модули визуализации ПММ обычно также связаны с ГИС.

Таким образом, учитывая требования к ПММ в части информативности, базовым программным продуктом для создания ПММ должна выступать ГИС. При этом если основу создания ПММ представляет электронная карта или план города, то подготовка исходных данных (уточнение рельефа, создание оптимальной нагрузки и т.д.) осуществляется в ГИС. По оцифрованным

горизонталям и характерным точкам строится ЦМР в виде регулярной модели (GRID) (для решения задачи общей оценки местности) или нерегулярной модели (TIN) (для решения задачи детального изучения местности). Полученная ЦМР передается в модуль ГИС, предназначенный для настройки параметров визуализации ПММ и рендеринга. В этом модуле осуществляется подготовка библиотеки трехмерных знаков и нанесение трехмерных объектов на ПММ, наложение текстуры, настраиваются эффекты теневой пластики, задаются параметры визуализации (высота облета, источники освещения), устанавливается при необходимости соотношение горизонтального и вертикального масштабов, вводится имитация погодных и сезонных условий. После этого осуществляется рендеринг модели и ее визуализация на экране монитора.

Для ПММ, предназначенных для решения информационно-расчетных задач основой создания ЦМР являются аэрокосмические материалы. В этом случае до того как данные будут переданы в ГИС, их предварительная обработка осуществляется с помощью методов цифровой фотограмметрии. На выходе получают либо массив точек (X, Y, H), либо ЦМР. Дальнейшее создание модели происходит аналогично вышерассмотренному варианту.

Создание оптимальной информационной нагрузки ПММ с привлечением разнородной информации и формирование трехмерного объектового состава

Пространственная модель местности как модель географического пространства, можно рассмотреть с разных сторон: математической, физической, психологической. Особое внимание следует обратить на психофизиологический аспект восприятия ПММ. И здесь основную роль играет оптимальность нагрузки ПММ и ее восприятие пользователем, возможность решать с помощью нее конкретные задачи.

Задача пространственного моделирования местности заключается в создании ПММ, наилучшим образом воспроизводящей реальную местность. С этой целью изыскиваются приемы и способы, дающие максимальный эффект трехмерности, устанавливаются принципы пространственной генерализации, вырабатываются системы трехмерных знаков и т.п. Это в равной степени относится как к реальным трехмерным объектам, так и абстрактным предметам моделирования, для которых трехмерное изображение есть лишь условность, повышающая информативность модели и делающая удобным ее рассматривание, чтение. При этом следует иметь в виду, что субъективный человеческий фактор играет существенную роль, как в процессе создания ПММ, так и при ее использовании [10]. Нагрузка ПММ должна быть не избыточной и достаточной для решения поставленной задачи.

Важным критерием восприятия ПММ и ее информативности является распознавание объектов и элементов местности. Наиболее эффективное распознавание объектов и элементов местности основывается на использовании таких композиционных средств как, симметрия и асимметрия, ритм, контраст, фактура, пропорции, масштаб, цвет. Использование этих средств позволяет добиваться высокой читаемости и выразительности изображаемых объектов.

Деятельность оператора при управлении реальными объектами на рабочем месте состоит из следующих основных этапов:

- Восприятие информации;
- Оценка информации, ее анализ и обобщение на основе заранее заданных или сформированных в процессе обучения критериев оценки;
- Принятие решения о действиях;
- Исполнение принятого решения посредством определенного действия;
- Контроль за результативностью исполнения принятого решения.

Важным этапом формирования ПММ является создание трехмерных объектов местности. Для отображения объектов, находящихся на земной поверхности используется система условных знаков. На протяжении долгого времени такая форма изображения остается наиболее удобной для человека языком зрительных образов, самой доступной и привычной моделью реальности.

Объекты реального мира имеют три основных характеристики: пространственные, временные и тематические [8].

Пространственные характеристики определяют положение объектов в заранее определенной системе координат. Такой тип данных называют позиционным, поскольку он отражает ту часть информации об объектах, которая определяет их положение на земной поверхности. Основное требование к пространственным данным – точность. Это означает, что пространственные характеристики с требуемой точностью определяют положение объекта в системе координат и относительно других объектов.

Временные характеристики определяют время исследования объекта и иногда показывают зависимость изменения свойств объектов от времени. Основное требование к временным данным – актуальность. Это означает, что данные можно использовать для обработки.

Тематические характеристики описывают свойства объекта, не включенные в пространственные и временные. Основное требование к тематическим данным – полнота. Полнота тематических данных означает, что этих данных достаточно для решения практических задач и нет необходимости проводить дополнительный сбор данных.

Все эти требования к основным характеристикам объектов реализуются в ГИС, которая является базовым уровнем при создании ПММ. В ГИС осуществляется точное позиционирование объектов, их привязка к определенной системе координат и проекции, наполнение базы данных объектов тематической информацией.

При формировании ПММ на основе электронных карт допускается создание и использование трехмерных объектов следующих типов:

- С сохранением характерных очертаний реальных объектов;
- С обобщением и типизацией очертаний реальных объектов.

Трехмерные объекты, которые повышают наглядность и информативность модели, отображаются с сохранением характерных очертаний реальных объектов или с использованием фототекстур (например, общеизвестные

объекты, которые могут служить ориентирами или специализированные объекты, выделение которых позволяет нагляднее отображать обстановку), а однотипные объекты, несущественные с точки зрения восприятия информации, отображаются с обобщением и типизацией очертаний реальных объектов.

Наглядность ПММ, содержащей трехмерные объекты обеспечивается в первую очередь наглядностью отдельных условных знаков. Последняя определяется легкостью опознавания объектов на модели по их характерным признакам. Опознавание объектов по их изображению тесно связано с логичностью условных знаков. Логичным считается условный знак, который своим видом и цветом напоминает изображаемый объект, ассоциируется с ним по форме и окраске.

Условные знаки должны обеспечивать хорошую различимость между изображениями объектов, относящихся к различным видовым категориям, а также объектов одной категории, но отличающихся один от другого по тем или иным признакам. Выполнение этого требования позволяет строить ПММ многоплановыми и обеспечивает их наглядность и читаемость.

При создании большого количества ПММ для повышения эффективности работы целесообразно стандартизировать типичные условные знаки и создать библиотеки трехмерных условных знаков, что обеспечит легкость запоминания и чтения моделей. Система обозначений должна состояться с необходимой полнотой и достоверностью, передавая такие свойства объектов как форма, размеры, структура и т.д.

Использование фотореалистичных текстур является важным моментом при создании трехмерных объектов. Фотореалистичное текстурирование, примененное к трехмерным объектам, дает наиболее близкое к действительности отображение окружающего мира. Текстура содержит информацию, отсутствующую в геометрической модели, например, детали и материалы, из которых сделан объект. К этому можно добавить, что применение фототекстур во многом упрощает создание и хранение трехмерных объектов, для чего необходимо определять разумный уровень разрешения при конструировании объектов и соответствующее ему соотношение между описанием деталей объектов с помощью геометрического моделирования и с помощью текстур. Применение же фотореалистичных текстур позволяет показывать на модели очень сложные в геометрическом смысле элементы [4].

При создании библиотек трехмерных знаков следует придерживаться принятых в традиционной картографии подходов к обобщению и типизации объектов. Это относится к выбору графического оформления, особенно при построении ПММ на основе мелкомасштабной карты. В случае построения модели по крупномасштабной карте или плану города необходимо внедрять большое количество трехмерных объектов с сохранением характерных очертаний реальных объектов.

Надписи, наносимые на пространственную модель должны хорошо читаться на фоне модели, не пересекаться друг с другом, четко соотноситься с объектом и располагаться всегда фронтально по отношению к оператору. Рисунок, цвет и размер надписи должны подчеркивать значимость и величину

объекту. При этом необходимо следовать определенным традициям: подписи водных объектов дают голубым цветом, форм рельефа – коричневым, населенных пунктов – черным. Во избежание излишней загруженности ПММ надписями можно оставить на ней только основные подписи, а остальные сделать в виде всплывающих «окошек», визуализируемых при подведении пространственного курсора к объекту.

Использование аэрокосмических снимков в качестве текстуры ПММ очень эффективно, так как это придает ПММ большую реалистичность и немаловажно для отображения таких характеристик местности, например, как проходимость и обводненность (на карте обычно указываются усредненные характеристики). При этом ПММ могут дополняться необходимой информацией, получаемой с векторных карт, из баз данных и других источников. В этом случае изображение ПММ будет синтезированным.

Используя синтезированное изображение картографической информации и аэрокосмических материалов, особое внимание необходимо уделять нагрузке ПММ. При этом картографическая информация является верхним слоем по отношению к аэрокосмическим материалам, которые выступают в роли растровой подложки. Нагрузку электронных карт можно отслеживать средствами ГИС, отключая лишние слои и объекты. Содержание ПММ может включать такие слои электронных карт как: рельеф; гидрография; дорожная сеть; растительный покров и грунты; промышленные и социальные объекты; границы; населенные пункты; подписи и названия и др., в зависимости от назначения ПММ. Пространственная модель, созданная с использованием в качестве текстуры аэрокосмических материалов, несет визуальную информацию о рельефе местности. По таким материалам достаточно с высокой точностью можно выявлять и анализировать линейные и площадные объекты, относительная высота которых не учитывается при визуализации, т.е. такие слои как рельеф, площадная растительность, дорожная сеть могут не отображаться на модели в векторном виде.

Заключение

Задача пространственного моделирования заключается в построении ПММ, наилучшим образом воспроизводящей объемность и пространственную структуру реальной местности. С этой целью изыскиваются приемы и методы, дающие максимальный эффект объемности, устанавливаются принципы пространственной генерализации, вырабатываются системы пространственных знаков и т.п.

Предлагаемая методика направлена на получение нового универсального вида картографической продукции – ПММ, создаваемых с использованием двух технологий: ГИС и фотограмметрической обработки данных, позволяющих синтезировать на изображении ПММ разнородные данные о местности и удовлетворяющих требованиям многих пользователей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арнхейм Р. «Искусство и визуальное восприятие» (перевод с англ.) - М.: Прогресс, 1974;
2. Боумен У. Графическое представление информации (перевод с англ.). - М.: Мир, 1971;
3. Верещака Т.В. Топографические карты: научные основы содержания. –М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002
4. Гречищев А., Бараниченко В., Монастырев С., Шпильман А. Трехмерное моделирование и фотореалистическая визуализация городских территорий. ArcView № 2. М.: ДАТА+, 2003, стр. 12-13;
5. Королев Ю.К. Статьи, лекции, доклады по проблемам геоинформатики. - М.: ДАТА+, 2000;
6. Мартыненко А.И. Электронная Москва. Предмет, задачи и структура теории отображения городских территорий//Системы и средства информатики. Вып.11.-М.:Наука. 2002. С. 80-93;
7. ГОСТ Р 52055-2003 «Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. Общие требования». - М.: Изд-во стандартов, 2003;
8. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. - М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 2001
9. Скворцов П.А. Цветовое оформление рельефа на картах: конспект лекций. Для студентов IV курса картографической специальности. - М., МИИГАИК, 1984;
10. Смирнов Л.Е. Трехмерное картографирование. - Л.,: изд-во ЛГУ, 1982.

© О.В. Тагунова, 2006

УДК 528.063.9

Д.М. Силаков, В.С. Кривенко

ООО «НЦПЭ», Санкт-Петербург

ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В настоящее время бытует мнение, что прогнозирование землетрясений невозможно. Это в некоторой степени справедливое мнение, так как во многих странах мира разрушительные землетрясения нанесли непоправимый ущерб вследствие того, что их невозможно было предсказать. Однако в последнее время появляются инновационные подходы, с помощью которых появилась надежда на возможность осуществления прогнозирования землетрясений. Например, в 1975 году в Китае, в 1989-м - в США, в 1994 и 2005-м - в Японии были успешно спрогнозированы землетрясения, спасены миллионы жизней и значительно снижен материальный ущерб от них.

Аналогичные примеры по прогнозу землетрясений имеются и в России путем измерения параметров естественного импульсного электромагнитного поля Земли на разработанных и установленных сейсмопрогностических станциях.

В результате многолетней работы, на сегодняшний день, возможно применить на практике как у нас, так и за рубежом научно обоснованную

методику и средства краткосрочного оперативного прогноза землетрясений. В настоящее время только такой прогноз может дать возможность спасти население от разрушительных землетрясений. Практический опыт показывает, что точность прогнозов составляет порядка 80 процентов. По официальным источникам, из 154 сейсмопрогнозов удалось официально и относительно правильно предсказать 122 случая за одни – двое суток до сейсмического события, причем с указанием всех трех необходимых параметров: силы, времени и района ожидаемого землетрясения.

В 1986 году названный метод и аппаратура были выставлены на ВДНХ СССР и завоевали бронзовую медаль. В октябре 2004 года метод запатентован Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентом и товарным знаком Российской Федерации (Роспатент).

В настоящее время стоит задача внедрения метода на территории ряда сейсмически опасных областей РФ. Для защиты населения от землетрясений по указанному методу необходимо в каждой сейсмически опасной области иметь не менее 30 станций.

С целью автономного сбора информации со станций и оперативного прогноза предлагается использовать интеграцию информационно-телеметрических систем и распределенных вычислений. Информационно-телеметрические системы собирают информацию с датчиков автономных сейсмологических станций, оцифровывают, сжимают, формируют информационный кадр и передают по спутниковым каналам связи в заинтересованные информационно-аналитические центры. В информационно-аналитическом центре с использованием математической модели, описывающей динамику процессов, решаются системы дифференциальных уравнений с заданными параметрами, характеризующими свойства поведения земной коры, что позволяет с определенной вероятностью прогнозировать время, место, силу землетрясения или иного сейсмособытия. Только на территории РФ таких станций слежения может быть несколько сотен, а ведь необходимо учитывать обстановку в сейсмозонах на территории сопредельных государств и даже тех, с которыми Россия не имеет непосредственной границы. Более того, для точности прогнозирования весьма целесообразно иметь сеть станций и автономных датчиков, распределенную по всему земному шару. Поэтому возникает проблема значительного объема вычислений за приемлемый промежуток времени.

В настоящей статье кратко описывается предлагаемая технология численного решения задач с большим объемом дифференциальных уравнений при прогнозировании землетрясений с применением технологий распределенных вычислений. При реализации предлагается использовать два подхода к распределенной обработке.

Первый подход основан на распределении данных между информационно-аналитическими центрами. Основной идеей данного распределения является возможность размещения информации об отдельной сейсмоопасной зоне (впрочем, не исключая географического перекрытия) в определенном информационно-аналитическом центре. При этом, во время расчетов, каждый

центр может запрашивать у другого уже частично обработанную информацию, необходимую для анализа состояния локальной сейсмической области. Актуальность таких обменов обусловлена тем, что структура Земли очень сложна и даже удаленные друг от друга тектонические объекты оказывают влияние друг на друга.

Второй подход основан на распределении программ обработки между центрами. Это дает возможность вместо пересылки между центрами огромного количества информации делегировать в данный центр агента обработки, который проведет необходимые расчеты «на месте» и передаст результаты. При таком подходе появляется возможность проводить и более «тяжелые» расчеты. Например, можно информацию, находящуюся в каждом центре, математически представить в виде подматрицы, являющейся частью общего массива данных. Тогда поместив в каждый центр специального агента, появляется возможность использовать хорошо разработанные в математической науке методы работы с блочными матрицами. В частности, реализация математической модели требует решения системы с большим количеством дифференциальных уравнений, что в свою очередь может быть приведено к решению системы линейных алгебраических уравнений большой размерности. К счастью, современная математика дает нам возможность решить такую систему, причем несколькими способами, наиболее привлекательными в конкретной задаче являются блочные алгоритмы.

Еще несколько лет назад большое количество уравнений в системе было основным препятствием при решении систем уравнений. Приходилось либо уменьшать количество переменных (и, соответственно, уравнений) за счет уменьшения адекватности модели, либо тратить большее время на расчеты. Но успехи микроэлектроники и прикладных методов цифровой обработки сигналов привели к существенному повышению пропускной способности каналов связи и значительному снижению стоимости их использования. Это, в свою очередь, позволяет широко применять распределенные методы обработки информации, ранее доступные лишь пользователям дорогих суперкомпьютеров.

Авторами на вычислительной базе ООО «Научный центр прикладной электродинамики» было проведено моделирование распределенного решения систем дифференциальных уравнений.

Для оценки времени выполнения параллельной программы вычислялось время численного счета с помощью вызова функции `MPI_Wtime()` перед началом и по завершении расчета. Следующие результаты были получены на кластере из 11 процессоров (CPU AMD Athlon64 3200+, RAM 1Gb) под управлением операционной системы SuSE Linux, с использованием библиотек `MPICH 1.0.2`, `ACMLv3`, `PLAPACK` для задачи решения системы дифференциальных уравнений. Ниже приводятся графики зависимости времени счета (в секундах) от количества запущенных процессов на 1 и 11 процессорах. При этом применялись технологии виртуализации для выяснения поведения алгоритмов при увеличении числа обрабатывающих узлов.

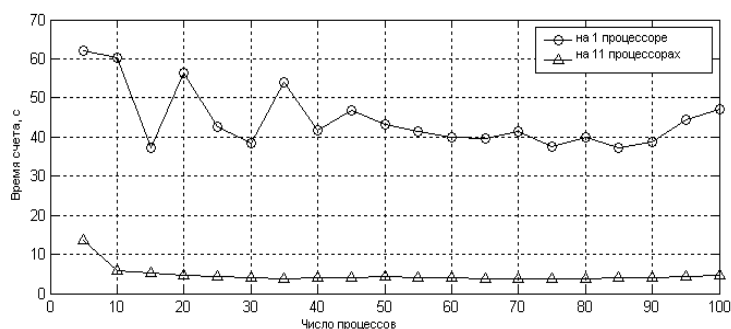


Рис. 1. Время счета в зависимости от числа запущенных процессов на 1 и 11 процессорах

Таким образом, представляется весьма перспективным применение методов распределенной обработки сейсмоинформации. Доказано, что существующие методы проведения распределенных расчетов позволяют создавать вычислительные системы, способные предоставлять сейсмпрогнозы с заданной точностью в приемлемое время. А именно время является критическим параметром в сейсмпрогнозировании, ведь построение прогноза — всего лишь первый шаг на пути минимизации потерь от землетрясений и других природных катаклизмов, связанных с процессами внутри Земли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.Ю. Бобков, В.И. Нагорнов, М.В. Ефимов. Спутниковые модемы // Сети и системы связи, 1997, № 8, с. 72-78.
2. М.Г. Диденко. Спутниковые модемы систем фиксированной связи на основе геостационарных ИСЗ // Технологии и средства связи, 1999, № 11, с. 72-74.
3. Г.А. Гамбурцев, В.В. Белоусов Прогноз землетрясений. Г.А. Гамбурцев. Избранные труды. М.: Изд. АН СССР. 1960. С. 436-443
4. Непомнящих И.А. Методология применения геофизических методов изучения геологических объектов//Отечественная геология. 1997. - №4. С. 27 – 34.
5. Зайченко В.Ю. Метрологическое обеспечение измерений в сейсмразведке // Геофизический вестник.- 2001. - №4. С. 18 – 20.
6. Кондратьев О.К. К вопросу о метрологическом обеспечении информационно-измерительной сейсмразведки // Геофизика. – 1999. - №4. С. 6
7. Дж. Голуб, Ч. Ван Лоун Матричные вычисления // Пер. с англ. —М: Мир, 1999. — 548 с.

© Д.М. Силаков, В.С. Кривенко, 2006

Файл: NCPE.doc

УДК 528.9

П.Н. Карташов

ФГУП «Уральская картографическая фабрика», г. Екатеринбург

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ БАЗ ДАННЫХ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Существующие нормативные документы определяют организацию топографо-геодезических и картографических работ, когда технологическая схема обязывает производить полевые работы практически для каждого создаваемого картографического произведения.

Опыт последних 10 лет показывает, что развитие электронных и компьютерных методов обработки информации, программных средств, геоинформационных систем (ГИС) и технологий (ГИТ) позволили внедрить в топографо-геодезическое и картографическое производство новые способы производства работ. Однако структура организации производства работ не изменилась.

Составленные цифровые карты представляют собой векторную копию бумажной карты (тиражного оттиска или издательского оригинала). Объектом такой цифровой карты является условный знак того или иного масштаба, что не удовлетворяет потребности настоящего времени.

Конечной целью цифровых карт является обеспечение *пространственной* информацией геоинформационных систем, используемых для подготовки принятия управленческих решений. Управленческие решения должны основываться на объективных и достоверных сведениях об окружающем пространстве, отображать ситуацию на момент времени принятия решения.

Созданные цифровые карты не обеспечивают пространственной информацией потребителей в полной мере, поэтому для моделирования и представления объективной ситуации пользователь вынужден выполнить большое количество дополнительных действий.

Пользователю необходимо произвести отбор, систематизацию и анализ всех картографических объектов и найти главный, выраженный одним или несколькими условными знаками, и на этом основании воспроизвести модель пространства в своем сознании в виде новых объектов.

Работа усложняется в случае, когда исследуемая территория расположена на нескольких листах карты одного масштаба или на картах нескольких масштабов.

Если для принятия решения необходимо отобразить информацию в нескольких масштабах, то приходится создать несколько различных по характеристикам пользовательских объектов для каждого масштаба карт.

Аналогичные проблемы возникают при производстве работ по обновлению цифровых карт.

Изменение пространственной ситуации (появление или исчезновение того или иного объекта, изменение свойств объектов и т.п.) влечет за собой необходимость внесения изменений во все имеющие отношение к этим объектам картографические произведения. Срок обновления информации в этом случае зависит от времени выполнения полевых топографо-геодезических работ, времени картографических работ по редактированию информации. Создание картографической информации занимает значительное время по окончании, которого сведения о состоянии картографируемой местности устарели и требуют обновления.

С экономической точки зрения для исполнителей этих работ такая технология является целесообразной, можно иметь постоянные заказы на составление карт и их обновление.

Таким образом производство работ по обновлению становится непрерывным, однако не является достижением поставленной цели – предоставление объективной и достоверной информации в необходимом потребителю виде.

Решить затронутые проблемы можно посредством применения геоинформационной технологии «Обеспечение пространственной информацией баз данных объектно-ориентированных систем».

Технология предназначена для обеспечения баз данных пространственно-ориентированных систем (в том числе ГИС) возможностью классифицировать пространственную информацию и представлять ее в объективной форме.

Основной задачей ГИТ является подготовка пространственно-ориентированных, топологически связанных данных об объектах окружающей среды. Структура ГИС - объектно-ориентированная система, отображающая свойства физических объектов окружающего пространства.

Пространственная составляющая ГИС формируется на основе топографо-геодезических и картографических материалов и позволяет воссоздать объекты окружающей среды (физические объекты местности) с точки зрения науки геодезии и картографии.

Формально человека отображающих свойства объектов в виде условных знаков. Логика условных знаков определяет степень ограничений и форму отображения сведений об объекте в виде отображения семантики графическими образами.

Иными словами человек представляет объекты окружающего пространства в виде точек, имеющих свое содержание, которое при необходимости отображается в удобном для восприятия виде.

Если учесть что карта или план (в том числе цифровые) это подобное отображение окружающего пространства, то организация содержания баз данных и принципы систематизации информации ГИС должны позволить оформить виртуальное пространство подобно реальному.

Организованные таким образом ГИС позволяют корректно воссоздать необходимую информацию практически в любом привычном виде независимо от масштаба и условных знаков.

ГИТ представляет собой организацию совокупного содержания данных и принципы систематизации, позволяющие обработать их на ЭВМ для получения объективного изображения в виде картографических произведений, в том числе объемных.

Технология позволяет:

- Преобразовывать графические изображения объектов в единое топологическое пространство;
- Трансформировать цифровое изображение исходных материалов в проекцию баз данных для формирования виртуального подобия окружающего пространства;

- Классифицировать свойства объектов окружающей среды;
- Формировать виртуальное подобие окружающего пространства;
- Конструировать проекции отображения информации (алгоритмы преобразования свойств изображаемых объектов);
- Формировать изображения виртуального пространства в виде графических (объективных) образов;
- Производить систематизацию, отбор и отображать данные в виде форм графической семантики;
- Составлять изображение свойств объектов в виде форм графической семантики;
- Формировать графическое представление о свойствах объектов виртуального пространства в виде объемных картографических произведений;
- Представлять результаты технологических процессов в виде объемных картографических произведений.

Геоинформационная технология состоит из следующих структурных единиц:

1. **Блок исходной информации** обеспечивает базу данных предварительно обработанной и подготовленной исходной информацией. Систематизирует информацию по первичным признакам, обеспечивает получение однозначного конечного результата.

2. **Блок базы данных объектно-ориентированной пространственной информации** обеспечивает возможность анализа и систематизации исходной информации, формирование цифровой распределенной пространственно-ориентированной системы и отображение свойств объектов (в том числе в подобном исходному материалу виде).

2.1. Объектно-ориентированный классификатор системы единиц топологически-связанной информации (классификатор) предназначен для определения логики построения базы данных объектно-ориентированных географических информационных систем (ГИС), где знания об объектах формируются из системы единиц физических величин свойств объектов.

2.2. Стили отображения графической семантики позволяют представить информацию об объектах комплексом форм отображения свойств (физических единиц) реального объекта. Графическое представление объектов назначается графическими формами в виде точек или линий (замкнутых или не замкнутых). Формы отображения свойств объектов выражают не только местоположение объекта, но и воспроизводят его свойства.

Атрибутивная, семантическая информация о статистических (описательных) свойствах объектов хранится в семантических таблицах и определяется индивидуальным кодом.

3. **Блок базы данных форм отображения** пространственной информации обеспечивает распределенную базу данных информацией и ресурсами, предоставляет возможность манипулировать информацией

(измерять расстояния, преобразовывать изображения, производить отбор, генерализацию, и т. п. мероприятия).

3.1. Алгоритм топологических закономерностей свойств объектов и их отношений позволяет систематизировать пространственные данные в определенном порядке.

Алгоритм представляет собой набор правил отображения свойств объектов и их пространственных отношений, при непрерывной деформации, трансформации и преобразовании плоского изображения этих свойств в изображение на поверхности объемного тела. Алгоритм определяет соотношение двухмерных координат объектов и функции пространственной, топологической взаимосвязи между плоской фигурой и объемным телом.

Систематизация и преобразование пространственных данных определяется следующей функцией:

$$\beta_i, \varphi_i = f(X_\phi, Y_\phi) \Leftrightarrow f(B_\phi, \Gamma_\phi) \times f(x_i, y_i) \quad (1)$$

X_ϕ, Y_ϕ - координаты базовых точек исходного изображения

B_ϕ, Γ_ϕ - координаты базовых точек получаемого изображения.

x_i, y_i - исходные двухмерные координаты.

β_i, φ_i - получаемые координаты.

$\Leftrightarrow$ - функция зависимости топологических отношений исходной фигуры и фигур, составляющих поверхность тела.

Функция определяет закономерность преобразования пространственной информации о свойствах объектов и воспроизведения их на заданной поверхности или заданном пространстве в виде форм графической семантики.

$X_\phi, Y_\phi, B_\phi, \Gamma_\phi, x_i, y_i, \beta_i, \varphi_i$ координаты хранятся в блоке базы данных форм отображения пространственной информации, как в явном виде, так и в виде результатов преобразования информации.

3.2. Виртуальное подобие (виртуальная реальность, проекция) окружающей среды.

Виртуальное подобие – виртуальное пространство, заполненное информацией об объектах окружающего мира.

Виртуальное пространство (кажущееся пространство) - система логических взаимосвязей и интерпретаций, позволяющих систематизировать информацию об объектах окружающей среды для создания виртуальной реальности и образования двусторонней связи между искусственной действительностью и воспринимающим ее человеком. Оно представляет собой информативное пространственное поле точек подобных объектам окружающего пространства.

Виртуальное подобие (виртуальная реальность) - искусственная действительность во всех отношениях подобная подлинной и совершенно от нее не отличающаяся.

3.3. Классификатор форм отображения топологически-связанной информации.

Классификатор системы единиц топологически-связанной информации баз данных геоинформационных систем определяет логику взаимосвязей между свойствами объектов виртуального пространства и формами отображения его свойств. Физическими единицами классификатора являются методы отображения графических форм (типы линий, атрибуты линий, типы отображения точек, цвет и т.п.).

4. **Блок отбора информации по тематическим фильтрам** позволяет формировать изображение свойств объектов выбирается пользователем, разгружать или заменять одни стили отображения на другие, снижать зрительную нагрузку создаваемого документа. Манипулирование образами санкционирует формирование тематических баз данных, интеграцию свойств объектов, назначает приоритетными характеристиками ту или иную информацию. Комбинация форм и методов отображения информации дает возможность выразить в графическом виде свойства объекта и однозначно его идентифицировать и смоделировать единую информационную инфраструктуру пространства.

5. **Блок изображения свойств объектов на стандартных носителях** позволяет составлять форму изображения свойств объектов для воспроизведения их печатающими устройствами.

6. **Блок формирования объектной модели окружающего пространства.** Позволяет представлять в том или ином объективном виде данные, систематизированные внутри распределенной базы данных объектно-ориентированной информации. Воспроизведение информации возможно в виде динамических и статических моделей.

© П.Н. Карташов, 2005

УДК 550.361:553.982

Е.С. Козин, Ю.М. Полищук, И.Г. Яценко
Институт химии нефти СО РАН, Томск

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕЙ И ИХ СВОЙСТВ

Огромный объем необходимой для исследования распределения нефтей по их физико-химическим свойствам информации и большая совокупность разнородных задач анализа пространственно-временных изменений свойств нефтей потребовала создания инструмента для проведения исследований с использованием современных геоинформационных технологий. В связи с этим в Институте химии нефти СО РАН создан геоинформационный комплекс на

основе информации базы данных по химии нефти и стандартной ГИС ArcView 3.2x [1-6].

1. Общая характеристика комплекса

На рис.1 представлена обобщенная структура комплекса, которая состоит из следующих элементов: базы данных (БД), система цифровых карт (СЦК), геоинформационная система (ГИС) с дополнительными модулями расширения, система управления базами данных (СУБД) с дополнительными модулями расширения и интерфейс пользователя. Через интерфейс пользователь имеет доступ к элементам управления ГИС и СУБД, которые в свою очередь позволяют выполнять запросы к БД и СЦК. Дополнительные модули расширения позволяют расширить функциональность стандартных ГИС и СУБД и в совокупности составляют специальное программное обеспечение (СПО).

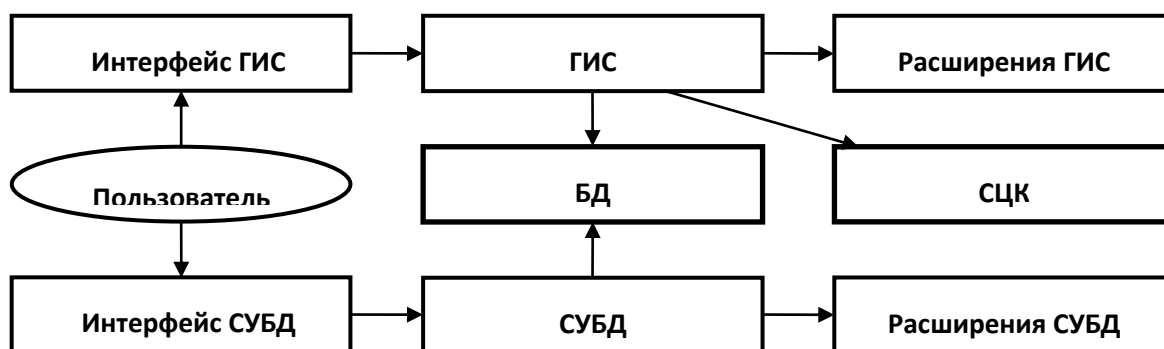


Рис. 1. Обобщенная схема исследовательского геоинформационного

Основное взаимодействие пользователя с системой выполняется через ГИС-интерфейс. Интерфейс СУБД используется для администрирования базы данных. Главным функциональным элементом комплекса является ГИС, посредством которой осуществляется обработка запросов к базе данных и системе цифровых карт, визуализация результатов запросов и генерация отчетов. Расширения ГИС реализуют специальные функции, которые отсутствуют в самой ГИС, в частности, многомерная классификация и многопараметрическая визуализация. Расширения СУБД поддерживают операции взаимодействия ГИС с внешними СУБД – Microsoft Access и MySQL. Система цифровых карт включает базовые цифровые покрытия (гидрография, рельеф, ландшафт) и тематические покрытия (цифровые карты месторождений, нефтегазоносных районов, областей и бассейнов).

2. База данных

База данных представляет собой систему взаимосвязанных наборов данных. Основными наборами данных являются наборы Deposit и Sample. Все наборы данных условно можно разделить на две категории: 1) наборы данных имеющие привязку к цифровой карте (Deposit, GasOilZone, GasOilArea, GasOilProv, AdminUnit, Country, Continent) и 2) наборы данных не имеющие привязки к цифровой карте. Все наборы данных имеют обязательное поле «ID»,

которое содержит уникальный идентификатор записи. Посредством такого уникального идентификатора организована связь наборов данных в единую систему, кроме того, наборы данных первой категории посредством этого идентификатора привязаны к цифровой карте. На рис. 2 приведена общая структурная схема БД, а в табл. 1 представлено назначение и описание наборов данных.

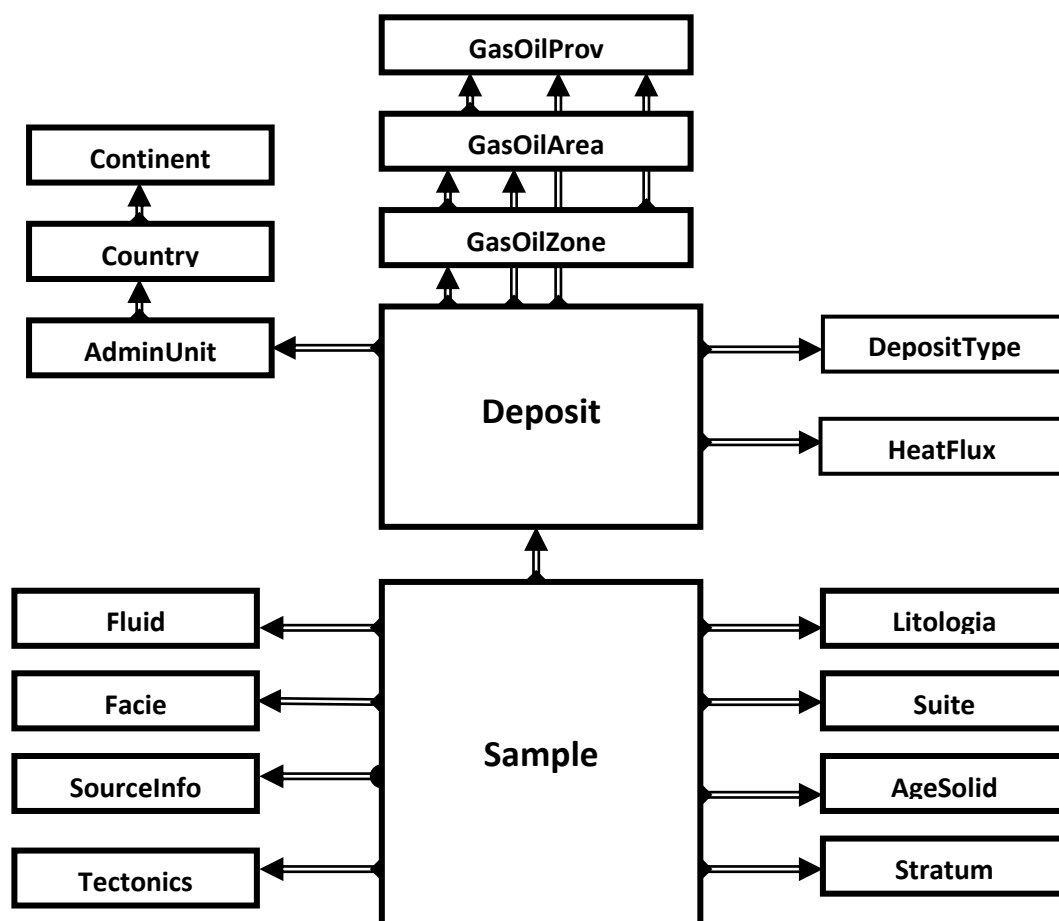


Рис. 2. Структурная схема расширенной базы данных по химии нефти и газа

Таблица 1. Описание наборов данны

Набор Данных	Название	Назначение	Чис ло поле й	Число запис ей
AdminUnit	Географическая привязка на местности	административная единица, если возможно, в пределах страны, в которой расположено месторождение	4	299
AgeSolid	Возраст нефтемещающих пород	список кодов геологических возрастов горной породы	3	383
Continent	Континент	континент или часть континента, на котором расположено месторождение	3	22
Country	Государство	страна, в которой расположено месторождение	4	79
Deposit	Месторождение	информация о месторождениях. Географически месторождение входит в нефтегазоносный район	13	4313
DepositType	Тип месторождения	список типов месторождения	3	12
Facie	Область осадконакопления	список областей осадконакоплений	3	16
Fluid	Тип образца	список типов образца, взятого для анализа	3	7
GasOilArea	Нефтегазоносная область	список нефтегазоносных областей. Если возможно, то ссылается на уникальный идентификатор нефтегазоносного бассейна	4	105
GasOilProvince	Нефтегазоносный бассейн	список нефтегазоносных бассейнов	3	155
GasOilZone	Нефтегазоносный район	список нефтегазоносных районов. Если возможно, то ссылается на уникальный идентификатор нефтегазоносной области	4	161
HeatFlux	Значение теплового потока	плотность теплового потока, измеренного в скважине месторождения, мВт/м ²	5	365
Litologia	Литологические свойства	список названий литологических объектов	3	134
Sample	Свойства образцов	свойства образца нефти, по возможности, для которых были проведены физико-химический или другие анализы	230	15387
SrcInfo	Источник информации	список открытых источников информации	12	302
Stratum	Горизонт залегания	список геологических горизонтов (пластов)	9	2957
Suite	Свита залегания	список названий геологических свит	3	773
Tectonics	Тектонический элемент	список тектонических элементов, в пределах которых находится месторождение	3	543

Основным элементом БД является набор данных «Sample», в котором содержится информация о параметрах и условиях отбора образца (интервал перфорации) и о результатах его физико-химических анализов. Через ряд

уникальных идентификаторов набор данных «Sample» связан отношением «один ко многим» с наборами данных определяющих геологические условия для данного образца (возраст пород, литология, горизонт, свита и тектоника). Через другие уникальные идентификаторы набор данных «Sample» связан с наборами данных об источнике информации (SourceInfo), фации и флюид образца. Записи набора данных «Sample» связаны отношением «один ко многим» с набором данных «Deposit». Набор данных «Deposit» содержит общую описательную информацию о месторождении и количественные данные о запасах. Через ряд уникальных идентификаторов набор данных «Deposit» связан с наборами данных, описывающих территориальное расположение месторождения, его вхождение в более крупные нефтегазоносные образования и задающих классификационные характеристики месторождения.

БД зарегистрирована в Государственном регистре баз данных (Регистрационное свидетельство № 6624) и в Роспатенте (свидетельство № 2001620067, г. Москва, 16.05.2001 г.) [4, 5] и содержит информацию о нефтях более 4300 месторождений, расположенных в 152 нефтегазоносных бассейнах мира на нефтеносных территориях 81 стран Азии, Африки, Европы, Америки и Австралии и в настоящее время включает данные о 15387 образцах, характеризующихся более 210 физико-химическими, геохимическими и геологическими показателями [2 – 6]. Общая характеристика распределения информации из базы данных представлена в табл. 2.

Таблица 2. Распределение информации из БД по континентам мира

Континент	Количество нефтегазоносных бассейнов (НГБ)	Количество месторождений	Объем данных из БД
Австралия и Океания	10	68	105
Африка	9	226	335
Евразия	82	3185	13712
в том числе Россия	12	2173	8874
Америка	51	827	1226

* Как видно из табл. 2, в БД содержится информация о нефтеносных территориях России объемом более 8870 записей. В табл. 3 представлено распределение в БД информации по нефтям России и близлежащих территорий с указанием объемов массивов данных по НГБ, количества месторождений, пределов изменения глубины залегания и геологического возраста нефтей в бассейне.

Таблица 3. Распределение образцов нефтей России по интервалу перфорации и возрасту

Нефтегазоносный бассейн	Объем выборки	Количество месторождений	Интервал перфорации (м)	Распределение нефтей по возрасту (% от объема выборки)			
				Протерозой	Палеозой	Мезозой	Кайнозой
Балтийский	28	22	773 -	-	27	-	-

			2920		(100)		
Волго-Уральский	3022	686	42 - 4764	3 (0,1)	2592 (99)	13 (0,5)	10 (0,4)
Днепровско-Припятский	663	123	184 – 5002	-	570 (87,2)	84 (12,8)	-
Енисейско-Анабарский	66	12	128 – 2944	-	6 (9,4)	58 (90,6)	-
Западно-Сибирский	3072	720	163 – 5490	-	129 (4,9)	2492 (95,1)	-
Лено-Вилуйский	155	15	1024 – 3847	7 (4,5)	38 (24,5)	110 (71)	-
Лено-Тунгусский	692	91	200 – 4025	491 (72,7)	183 (27,1)	-	1 (0,2)
Охотский	324	59	110 – 4129	-	1 (0,4)	3 (1,0)	279 (98,6)
Пенжинский	7	5	1443 – 2844	-	-	-	7 (100)
Прикаспийский	475	118	30 - 6140	-	167 (36,4)	290 (63,2)	2 (0,4)
Северо-Кавказский	1538	247	100 – 5180	-	7 (0,5)	968 (64,2)	532 (35,3)
Тимано-Печорский	387	75	420 - 5091	-	306 (90,5)	32 (9,5)	-

3. Система цифровых карт

Для выполнения пространственного анализа и визуализации результатов используется система цифровых карт, включающая базовые цифровые покрытия и тематические покрытия. Важными для проведения исследований являются тематические карты, в качестве которых использованы карты нефтегазоносности, карты тектонического, поясного, геотермического и криолитного районирования.

В качестве базовых цифровых покрытий используются цифровые карты на весь мир, поставляемые ESRI (масштаб 1:5 000 000 и 1:1 000 000), и цифровые карты на Западную Сибирь производства Роскартографии (масштаб 1:1 000 000). Тематические карты созданы силами сотрудников лаборатории на основе научных публикаций в печати и имеют разную степень точности. В настоящее время система цифровых карт включает в себя следующие покрытия:

- Для исследования закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от поясного районирования нефтегазоносных территорий была использована карта районирования мира по поясам нефтенакпления и данные исследования были опубликованы в наших работах [7, 8];

- Для исследования закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от уровня теплового потока нефтегазоносных территорий были использованы карты районирования мира, России и Сибири по уровню теплового потока и данные исследования были опубликованы в наших работах [9, 10];

– Для исследования закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от принадлежности к криолитзоне нефтегазоносных территорий были использованы карты распространения многолетнемерзлых грунтов России.

Заключение

Необходимость изыскания новых путей поиска, разведки и разработки месторождений углеводородов в связи с ростом нефтепотребления и увеличения запасов трудноизвлекаемых нефтей определяет актуальность изучения физико-химических свойств и состава нефтей. Для выполнения указанных исследований разработана и развивается геоинформационный комплекс по химии нефти в составе базы данных по химии нефти и системы цифровых карт, с использованием которого в течение ряда лет проводится статистический анализ свойств нефтей в зависимости от их географического положения, глубины залегания, возраста пород. Данный комплекс обладает значительными возможностями, которые позволяют решать широкий круг задач в области геохимии, геологии нефти и газа и др. Вышеописанный комплекс, реализованный в Институте химии нефти СО РАН, постоянно развивается и совершенствуется.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ «Обь» (проект № 05-05-98009)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.В. Ан, Е.С. Козин, Ю. М. Полищук, И.Г. Яценко. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях // Геология нефти и газа. - 2000. - № 2. – С. 49 – 51.
2. Ан В.В. Геоинформационная система для исследования закономерностей пространственного распределения ресурсов нефти и газа / В.В. Ан, Е.С. Козин, Ю.М. Полищук, И.Г. Яценко // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2000. - № 11. – С. 15 – 24.
3. Ан В.В. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях / В.В. Ан, Е.С. Козин, Ю. М. Полищук, И.Г. Яценко // Геология нефти и газа. - 2000. - № 2. – С. 49 – 51.
4. Полищук Ю.М. База данных по составу и физико-химическим свойствам нефти и газа (БД нефти и газа) / Ю.М. Полищук, И.Г. Яценко, Е.С. Козин, В.В. Ан // Официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам. – 2001. - № 3 – С. 340 - 341.
5. Полищук Ю.М., Яценко И.Г., Козин Е.С., Ан В.В. База данных по составу и физико-химическим свойствам нефти и газа (БД нефти и газа), зарегистрирована в Роспатенте, свидетельство № 2001620067 от 16.05.2001 г.
6. Полищук Ю.М. Геостатистический анализ распределения нефтей по их физико-химическим свойствам / Ю.М. Полищук, И.Г. Яценко // Геоинформатика. – 2004. – № 2. – С. 18 - 28.
7. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Изменение состава нефтей в зависимости от нефтепоясного районирования // Геология нефти и газа. - 2005. - № 6. - С. 14 – 18.

8. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Геоestatистический анализ пространственных изменений химического состава нефтей в зависимости от нефтепоясного районирования // Геоинформатика. – 2005. – № 1. – С. 19 - 24.

9. Яценко И.Г., Полищук Ю.М., Рихванов Л.П. Анализ взаимосвязи физико-химических свойств нефтей с уровнем теплового потока // Геология нефти и газа. – 2003. - № 3. – С. 17 – 24.

10. Яценко И.Г. Анализ пространственных, временных и геотермических изменений высоковязких нефтей России // Известия ТПУ. – 2006. – Т. 309 - № 1. – С. 32 – 39.

© Е.С. Козин, Ю.М. Полищук, И.Г. Яценко, 2006

УДК 528.94
В.П.Ступин
ИрГТУ, Иркутск

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТЯХ И ПРОБЛЕМАХ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ МОРФОСИСТЕМ

По своей сути ГИС предназначены для картографирования, изучения и мониторинга различных природных и антропогенных систем Земли (геосистем) компьютерными средствами и методами. Геоинформатика возникла и развивается на стыке, с одной стороны, информатики и математики, а с другой - географии, геодезии, картографии и дистанционного зондирования [1]. Недопонимание этого факта зачастую обедняет возможности обеих указанных сторон геоинформатики и создает необязательные и досадные проблемы на пути исследования природных систем.

Это в полной мере относится и к морфосистемам – частным (парциальным) географическим системам, реализующимся в сфере формирования рельефа (морфогенеза). Под морфосистемами понимаются природные и/или искусственные элементы, формы или комплексы форм рельефа, созданные определенной системой эндогенных и экзогенных геологических процессов в условиях определенной структурной и ландшафтно-климатической обстановки [2]. Каждая морфосистема представляет собой действующую в настоящий момент открытую динамичную систему, в которой компоненты рельефообразования (как факторы, так и агенты) находятся в системной связи друг с другом и окружающей средой, и которая продолжает развиваться. Другими словами, морфосистема – это закономерные сочетания рельефа и протекающих в его пределах процессов трансформации вещества и энергии в конкретных литологических, тектонических, климатических и прочих условиях.

Размерность, динамичность и энергетика морфосистем решающим образом зависят от конфигурации и напряженности их полей потенциальной денудации. Характер последних, в свою очередь, определяется горизонтальным и вертикальным расчленением рельефа, формой цокольных и вершинных поверхностей, положением общего и местных базисов денудации и рядом

других факторов. Выделение таксонов морфосистем разного ранга выполняется на основе линеаментного, морфоструктурного, бассейнового и ряда других видов анализа земной поверхности. Проведенное ранжирование затем является основой для разработки легенд и картографирования морфосистем [3].

Очевидно, что выявление, ранжирование и изучение морфосистем невозможно без использования картографического метода исследования. Также понятно, что в наши дни применение ГИС-технологий предоставляет для этого наилучшие возможности. Даже самые элементарные базовые функции распространенных ГИС значительно облегчают и ускоряют разработку и создание всего комплекса карт морфосистем – от промежуточных и рабочих покомпонентных до интегрированных. Они также позволяют представлять окончательные варианты карт в цифровом, электронном и традиционном бумажном виде с высоким изобразительным качеством. Еще более важная особенность средств ГИС-технологий – большие возможности для компьютерного моделирования и прогноза динамики морфосистем. ГИС-технологии позволяют оперативно обновлять карты морфосистем, т.е., по сути, вести дежурную цифровую карту, отслеживающую временные сукцессии и пространственные ряды литодинамических потоков, что является важнейшей задачей их мониторинга.

Неоценима роль ГИС-технологий в проведении качественного и количественного компьютерного анализа морфосистем. К числу наиболее важных возможностей этого направления исследований относятся: измерительные (морфометрические) действия над различными элементами морфосистем, выполнение интерполяционных операций, построение буферных зон неявных границ, математический анализ всевозможных поверхностей, относящихся к морфосистемам (базисных, цокольных, поверхностей полей потенциальной денудации и др.), статистический анализ пространственной структуры морфосистем (средних величин, разнообразия, подобия и пр.). Поскольку в основе морфосистем лежит рельеф, особенно важны такие возможности ГИС-технологий как построение цифровой модели высот по регулярным и нерегулярным сеткам и выполнение на ее основе морфологического анализа, построения всевозможных изолинейных моделей (относительно местных базисов денудации и др.), разрезов, блок-диаграмм и т.п.

Большие удобства предоставляет и такая опция ГИС, как практически неограниченные возможности создания, хранения, оперативного обращения и обновления больших объемов атрибутивной информации о морфосистемах.

В то же время применение ГИС-технологий при исследовании и картографировании морфосистем сталкивается с рядом проблем, особенно в части отображения рельефа. Часть этих проблем является унаследованной из традиционной картографии, а часть специфична для компьютерных технологий. Эти проблемы связаны, прежде всего, с корректным изображением так называемых малых форм – тонких нюансов земной поверхности, являющихся одним из основных индикаторов типа, состояния и современной динамики морфосистем.

В ГИС-технологиях практикуется создание цифровых карт рельефа по цифровым моделям рельефа (ЦМР) – совокупностям (массивам, файлам) высотных отметок, набранных в узлах некоторой сети планово координированных точек и закодированных в определенной форме. Казалось бы, возможность набора практически неограниченного количества пикетов гарантирует корректное изображение рельефа. Однако практика показывает, что это не совсем так, а зачастую и совсем не так.

Известно, что даже равнинная местность имеет свой специфический генезис и направленность современных процессов. Плоские поверхности полигональной тундры, такыра или поймы отображаются средствами машинной графики совершенно одинаково, хотя это абсолютно разные объекты. Это тем более относится к расчлененному рельефу, с разнообразием его «геодезических неровностей», нано- и микроформ, структурными особенностями, которые зачастую и идентифицируют современную литодинамику морфосистем и направление их будущего развития. Не будет преувеличением сказать, что даже на картах крупных масштабов много интересной и важной информации остается «между горизонталей», а на цифровых картах «проваливается» сквозь сито решетки TINa или DEMa. Что уж говорить о картах среднего и мелкого масштабов, чье создание немыслимо без участия грамотного в геоморфологическом отношении и искушенного в картографической генерализации исполнителя.

Современные технические средства позволяют решить проблему быстрого набора плотного массива пикетных точек для съемки рельефа. Например, лазерные съемочные системы обеспечивают практически любую плотность точек, что позволяет в масштабе один к одному создавать весьма близкие (по морфологии) к реальности модели поверхности рельефа. При создании по этим данным мелкомасштабных карт, механический равномерный (или заданный другими математическими алгоритмами) отбор пикетных точек иногда создает внешне хорошее впечатление. Однако такой отбор без учета характера размещения, типа и значимости форм, по существу искажает изображаемый рельеф и никогда не сможет подчеркнуть ни генезиса, ни степени важности его форм, ни их динамики. Дело в том, что горизонтالي, проведенные методом чистого интерполирования между набранными тем или иным способом точками с известными координатами и высотами (пикетами), соответствуют формам некоторого геометрического тела, лишь в той или иной степени близкого к оригиналу. Парадокс заключается в том, что зачастую для правильного отображения морфологических особенностей рельефа в масштабах мельче оригинала требуется сознательное утрирование его форм, что невозможно выполнить механически. Кроме того, морфология поверхности – это еще не вся информация о рельефе (а тем более о его динамике), если неизвестны характеристики слагающих его горных пород и грунтов, гидрогеологические, криологические и другие особенности. Другими словами, цифровые данные о рельефе, вполне кондиционные, например, для наведения крылатых ракет или проектирования земляных работ, оказываются недостаточными для целого ряда научных, в том числе геоморфологических исследований.

Указанная проблема, по существу, перешла в компьютерную картографию из традиционной [4]. Рецепт ее решения один: для правильного изображения рельефа местности горизонталями необходимо иметь хорошую географическую подготовку, в частности, понимать закономерности происхождения и развития рельефа, т.е. владеть основами знаний по геоморфологии и динамической геологии. Известно, что там, где компьютеру требуется очень большой массив опорных точек (высокая плотность цифровой матрицы рельефа) опытный составитель при меньшем количестве точек добьется тех же и даже лучших результатов (конечно затратив гораздо больше времени). И если работа с большими массивами данных для современной вычислительной техники как раз и не представляет проблемы, то большинство вопросов отбора необходимых и достаточных точек при генерализации до сих пор не решено.

Процесс грамотного «прореживания», сглаживания исходной избыточной массы точек пока с трудом поддаются автоматизации. Об этом свидетельствуют многочисленные машинные образцы мелкомасштабных цифровых карт рельефа, созданные специалистами по прикладной математике и программированию, далекими от землеведческих наук. Генерируемые компьютером 3-D изображения такого рельефа обычно характеризуется безликими, сглаженными формами или, наоборот, странными гранями или ломаным неестественным рисунком несогласованных горизонталей.

Это значит, что в процессе рисовки и генерализации рельефа на топографических картах, а тем более при геоморфологической интерпретации рельефа, не стоит особенно надеяться на компьютер. Для получения удовлетворительного результата человек (оператор) должен сам определить нужные структурные линии и пикеты, выбрать степень «разреживания» цифровой опоры, определить цензы отбора форм, не попадающих под основное сечение рельефа, грамотно «уложить» горизонтали. Самые изоцирковые алгоритмы аппроксимации поверхности рельефа не заменят основательных геоморфологических знаний, опыта, творческого подхода и профессионализма составителя.

Другой неоценимой возможностью улучшить качество цифрового изображения рельефа является текстурирование ЦМР материалами дистанционного зондирования. Указанная процедура выполняется путем точной координатной привязки аэрокосмических изображений к узлам ЦМР. На снимках содержится информация, которую невозможно получить самыми детальными инструментальными съемками. Так, на материалах дистанционного зондирования хорошо видна микроструктура земной поверхности, являющаяся проявлением литологических (характер и структура грунта), ландшафтных (мерзлотных условий, увлажнения, растительности) и динамических факторов морфогенеза. К таким проявлениям относятся, например, потяжины, делли, ветровая песчаная рябь, пятна развеивания, криоструктурные формы, степные блюдца, мочажины, мелкая ступенчатость склонов и многое другое.

В то же время следует иметь в виду, что текстурированные изображения также не лишены существенных недостатков, вызванных растровой формой их представления. Увеличение и уменьшение таких изображений осуществляется

посредством соответственно дубликации или прореживания пикселей, что неизбежно приводит к потере качества изображения. Поэтому в ГИС-технологиях для создания реалистичных 3-D карт морфосистем разной размерности следует текстурировать их разномасштабными снимками: карты мелких масштабов материалами космической съемки, средних – аэрофотосъемки, крупных – наземной съемки. Такой метод основан на замечательном свойстве снимков – оптической генерализации при уменьшении масштаба. Современные ГИС позволяют создавать сколь угодно сложные слои и «пирамиды» геопространственных данных, что, помимо сбережения ресурсов машинной памяти, обеспечения быстродействия компьютеров и удобства в работе, реализует также системность и комплексность подхода к картографированию морфосистем. Однако и такой способ улучшения информативности и качества текстурированных изображений имеет свои слабые места. Например, при компьютерных построениях перспективных 3-D изображений, вследствие трансформирования размеров поверхностей с разными углами наклона и экспозиции, происходит процесс, аналогичный уменьшению/увеличению масштаба. Так, изображение деталей крутых склонов на ближнем плане разворачивается и становится размытым, точечные объекты представляются пятнами, а линейные полосами, изображение приобретает искаженный, неестественный вид. На дальнем плане, наоборот, происходит спонтанная потеря важных деталей изображения. Поэтому следует весьма осторожно подходить к такому компьютерному процессу, как интерпретация перспективных 3-D моделей, текстурированных снимками.

Подводя итог вышесказанному, представляется важным отметить, что настоящий этап развития наук о Земле и связанных с ними технологий, к которым, бесспорно, относится и геоинформатика, требует системного и комплексного, а главное, сбалансированного подхода к предмету исследования методами ГИС. Только при таком подходе узкий специалист, как говорил Козьма Прутков, не будет «подобен флюсу», а ГИС-технологии смогут оптимально выполнять свое предназначение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
2. Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972.- 252 с.
3. Ступин В.П. Принципы картографирования морфосистем на региональном уровне // Геодезия, картография, кадастр земель Прибайкалья.– Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – С.107-111.
4. Спиридонов А.И. Рельеф и его изображение на топографических картах. – М.: Изд-во РИО ВТС, 1953. – 147с.

© В.П.Ступин, 2006

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕР В РАЗРАБОТКЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Применение технологии клиент-сервер, один из наиболее эффективных вариантов построения программного обеспечения (ПО) для работы с наукоемким измерительным оборудованием. В качестве иллюстрации внедрения этой технологии на практике в статье приведено два примера ее программной реализации, в которых показаны основные преимущества модели клиент-сервер, как при использовании готового пакета программ, так и на этапе его разработки.

В модели клиент-сервер принято выделять два участника процесса обмена информацией – это клиент и сервер. Несмотря на это, не всегда очевидно, какую роль играет конкретное приложение [2]. Иногда программы являются равноправными участниками обмена информацией, поэтому нельзя однозначно утверждать, что одна программа обслуживает другую. Однако, в случае использования стека протокола TCP/IP это различие более четкое. Сервер – это та часть, которая прослушивает порт в ожидании входящих TCP-соединений или UDP-датаграмм от одного или нескольких клиентов [1]. Но в одном приложении могут быть совмещены функции как клиента, так и сервера. В качестве примера, можно привести вариант, когда одно приложение является клиентом по отношению ко второму, и сервером – по отношению к третьему. Как следствие, разделение ролей частей ПО на клиенты и серверы лишь условность, оговоренная используемым стеком протоколов.

Технология клиент-сервер была использована при создании структуры ПО для работы с универсальным стендом настройки измерительных датчиков серии Лабракон® (УСНИД). Разработка этого пакета программ проводилась в 2005г. в Конструкторско-технологическом институте научного приборостроения (КТИНП) СО РАН [2]. При написании этого ПО наиболее удобной оказалась зеркальная модель оборудования. Суть модели заключается в том, что каждому элементу оборудования соответствует программный модуль. Для реализации такой структуры наиболее эффективно использование модели распределенных вычислений (в частности технологии клиент-сервер). В результате, разработанное ПО включает в себя основную программу сбора и обработки данных и программы опроса периферийных устройств (датчиков и настроечного стенда).

На рис. 1 отображена схема взаимодействия между отдельными программами, входящими в ПО для работы с УСНИД. Программа сбора и обработки данных (клиент) передает команды модулям работы с периферийными устройствами (серверам), которые производят необходимые действия и возвращают результат своей работы.

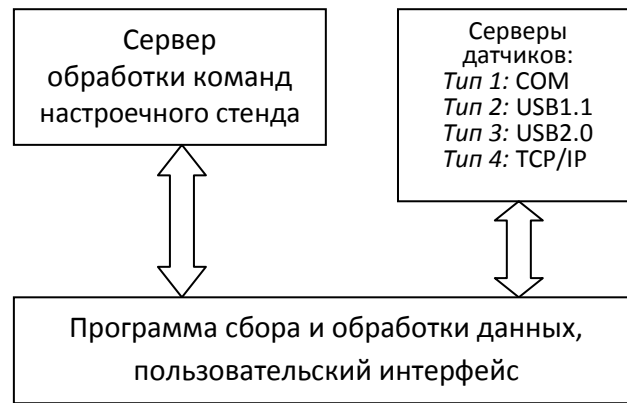


Рис. 1. Функциональная схема ПО для работы с настроечным стендом измерительных датчиков серии Лабракон®

Для обмена информацией между частями ПО для работы с УСНИД используется протокол обмена данными, основанный на стеке протоколов ТСР/ІР, что позволяет выполнять отдельные программы пакета на различных персональных компьютерах, соединенных локальной сетью. Это дает возможность производить подключение периферийных устройств к любому из персональных компьютеров локальной сети, что в отдельных случаях очень удобно.

Другой пример – ПО для работы с данными, принимаемыми с групп спутников Terra и Aqua. В данном случае структура клиент-сервер использована с целью обеспечения удаленного доступа к полученной и предварительно обработанной спутниковой информации. Целью этого пакета программ является обнаружение лесных пожаров с использованием снимков в тепловом ИК-диапазоне, а также видимом спектре излучения [3].

На рис. 2 показана схема взаимодействия частей ПО для обработки спутниковой информации. На вход системы обработки поступают исходные данные в формате level1a. Затем, происходит их начальная обработка (привязка, калибровка, а также определение очагов возгорания) [4]. После этого специализированная программа забирает результаты обработки посредством протокола ftp и помещает их на web-сервер. И, наконец, конечный пользователь с помощью web-браузера, который является клиентом web-сервера, получает доступ к полностью обработанной и оптимизированной для восприятия человеком информации.

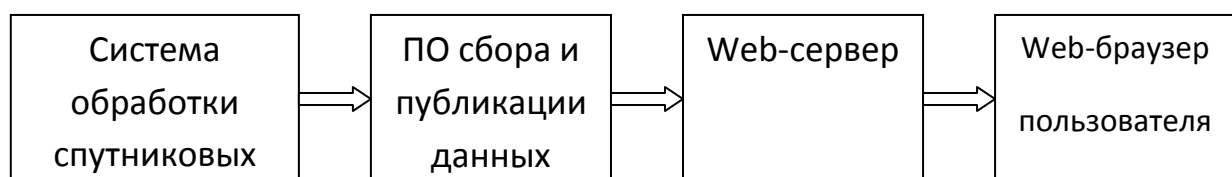


Рис. 2. Схема взаимодействия частей ПО для обработки спутниковых данных и публикации их в Интернет

В ПО, общая схема функционирования, которого отображена на рис. 2, обойтись без применения технологии клиент-сервер практически невозможно. Иначе, для решения такой задачи требуется, чтобы компьютер, занимающийся обработкой данных, одновременно являлся платформой для web-сервера, т.е. имел постоянный доступ в Интернет. Использование такого варианта не разумно не только с точки зрения быстродействия и эффективности системы, но и ее безопасности.

Выше было приведено два примера, на которых показана эффективность технологии клиент-сервер. Основными преимуществами этой технологии применительно к ПО для работы с измерительным оборудованием являются:

- Возможность производить распределенную обработку данных на нескольких вычислительных машинах.
- Клиентская и серверная часть могут располагаться на большом расстоянии.
- Независимость частей ПО от среды разработки.
- Платформенезависимость отдельных компонентов, составляющих пакт программ.

Реализация любого достаточно серьезного и постоянно развивающегося проекта требует использования распределенной структуры программного обеспечения. Если заложить такую структуру еще на этапе проектирования ПО, то это облегчит процесс дальнейшей его разработки, и, в конечном счете, приведет к наиболее быстрому завершению проекта и запуску оборудования в эксплуатацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Снейдер, Й. Эффективное программирование TCP/IP. Библиотека программиста / Й. Снейдер. – СПб: Питер, 2002. – 320с.: ил.
2. Буч, Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ / Г. Буч. – 2-е изд. – М: Бином, 2001. – 560с.
3. Specificity of use of the data of remote sensing AVHRR and MODIS in tasks of detecting of fires / E.E. Moiseev, S.A. Lapukhov, N.V. Glushkova, N.N. Dobretsov // Proceedings of International Symposium "Remote Sensing Europe", 8 - 12 September 2003. – Barcelona, Spain. – Vol. 5239. – P. 506-514.
4. Автоматическая обработка данных дистанционного зондирования / Е.Е. Моисеев, Н.Н. Добрецов, С.А. Лапухов, Н.В. Глушкова // Солнечно-земная физика. – 2004. - №5. - С. 36-37.

© Д.В. Пчельников

УДК 528.94
А.Г. Неволин,
Т.С. Хатоум
СГГА, Новосибирск

ТРЕХМЕРНАЯ КАРТА ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

Одним из важных направлений государственной политики в сфере экономического развития территорий является разработка и внедрение информационных технологий, позволяющих ускорить процессы решения народно - хозяйственных задач.

Как известно, современные технологии позволяют более эффективно решать задачи по созданию информационной основы для устойчивого развития территорий. Вместе с тем, применение новых технологий связано с решением целого ряда проблем информационного и топографо-геодезического обеспечения проектных и строительных работ.

Следует отметить, что ни одно строительство не обходится без соответствующей топографо-геодезической подготовки, выполнения изысканий и проектирования. Существенное значение при этом имеют методы и средства для картографирования территорий. Новые горизонты и возможности для создания картографической основы строительства инженерных сооружений открываются при использовании спутниковых систем, трехмерных лазерных сканеров и, так называемых, безотражательных электронных дальномеров.

В то же время качество картографической продукции напрямую связано с выбором способов математической обработки измерений и программного обеспечения.

Для обработки пространственно распределенных данных целесообразно использовать инструментальные средства, способные выполнять многомерный анализ и геопрограмное моделирование.

Кроме того, существенное значение приобретают средства, обеспечивающие пространственную интерпретацию и наглядную визуализацию объектов местности для более реалистичного представления их взаимного положения в пространстве. Таким требованиям отвечают современные полнофункциональные геоинформационные системы (ГИС), например, ArcGis (ESRI), - Virtual GIS (ERDAS), Панорама (КБ «Панорама») и др.

При проектировании генеральных планов городов и населенных пунктов решается целый ряд вопросов инженерного, экологического, природно-экономического и другого характера. На наш взгляд проектирование генпланов городов и поселков целесообразно вести на основе автоматизированных систем трехмерного моделирования с учетом пространственной интерпретации расположения объектов местности.

В этом случае большое практическое значение имеют трехмерные цифровые и электронные карты (3D карты). Возникает ряд вопросов, связанных со способами создания таких карт, их обновления и практического использования, например, в градостроительстве и развитии генеральных планов застройки территорий, проведении разного рода мониторингов и т. д.

Для создания 3D карт требуется разработка методов формирования трехмерных цифровых моделей местности (ЦММ), в том числе цифровых моделей ситуации (ЦМС) и цифровых моделей рельефа (ЦМР). Возникают вопросы выбора программного обеспечения для трехмерного моделирования

объектов, имеющих 3D размерность. Такие объекты предлагается отнести к «Объемному» типу топографических объектов. Работать с такими объектами можно так же, как и с обычными двумерными ГИС – данными и выполнять геопространственный анализ.

Вместе с тем, возникает проблема классификации объектов местности, формирования атрибутивной базы геопространственных данных для целей эффективного анализа, моделирования и прогнозирования рисков ситуаций.

В настоящее время в СГГА разрабатывается проект 3D карты города Новосибирска с учетом расширенной информационной базой данных и возможностью создания виртуальных 3Dсцен.

В основу создания 3D карты города Новосибирска положены цифровые планы масштаба 1 : 500 и 1 : 2000 в растровом и векторном видах. Кроме того, использовались космические снимки на территорию города с достаточно высоким графическим разрешением порядка 0.5 – 0.6 м. 3D карта города создана в нескольких слоях и содержит:

- Границы районов и кварталов;
- Жилую застройку и оси улиц;
- Адреса жилых зданий;
- Зеленые зоны (лесные массивы, парки, зоны отдыха и др.);
- Объекты гидрографии (реки, протоки, плотины, мосты, набережные и др.);
- Железные дороги;
- Маршруты городского пассажирского транспорта (трамвай, троллейбус, автобус);
- Общественно-значимые объекты (дворцы культуры, школы, стадионы и т. д.).

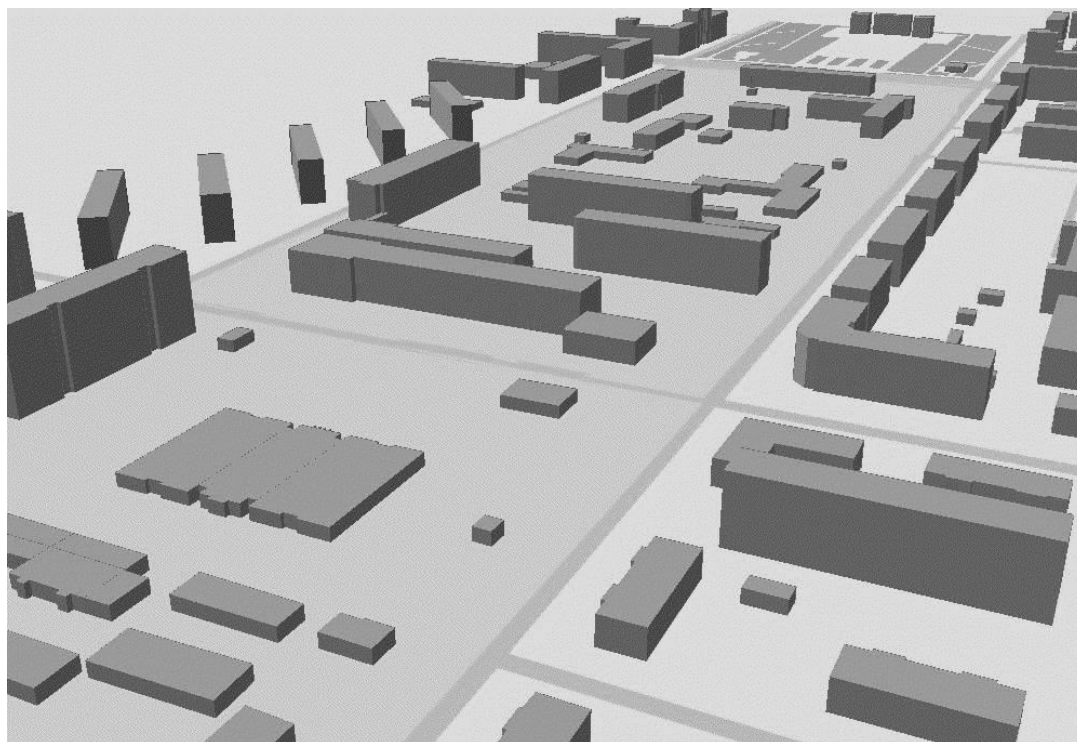


Рис. 1 Фрагмент 3D сцены территории г. Новосибирска

Для более полного представления о поверхности территории города Новосибирска создана ЦМР, которая служит для моделирования пространственного положения объектов местности, а также основой для решения задач вертикальной планировки и ландшафтного проектирования. ЦМР в виде нерегулярной сети треугольников может быть совмещена с растровыми и векторными данными, а также с текстурными и космическими изображениями поверхности Земли.

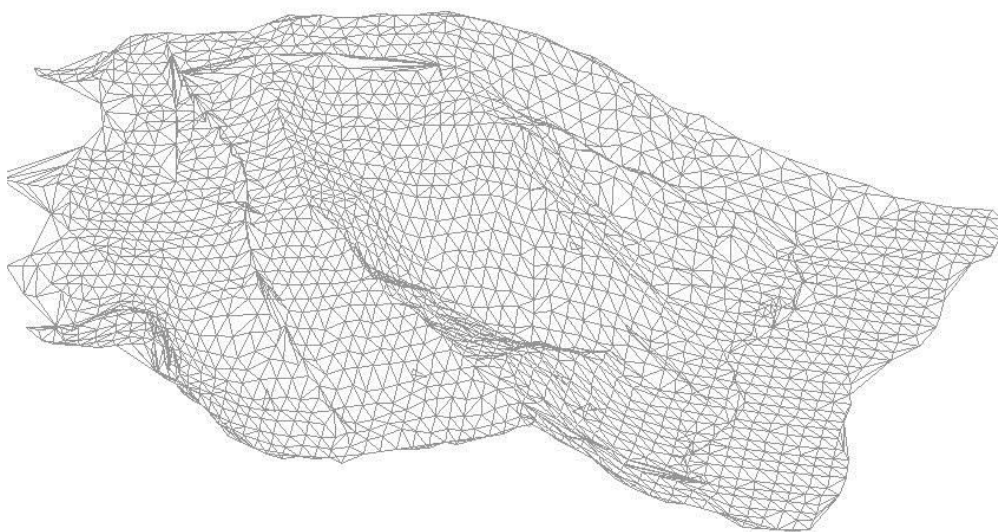


Рис. 2 Фрагмент ЦМР

Все это позволит ускорить процессы создания генпланов застройки и обустройства территорий, а также повысить качество проектной документации для строительства объектов промышленного и гражданского назначения. Кроме того, 3D карта может быть полезной при разработке генерального плана развития г. Новосибирска и принятия решений при выборе строительных площадок.

© А. Г. Неволин, Т. С. Хатоум

УДК 528.9
С.Ю. Кацко
СГГА, г. Новосибирск

**КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
WEB-СЕРВЕРОВ В ИНТЕРНЕТ-СИСТЕМЕ «КЛИЕНТ-СЕРВЕР»**

Интернет проникает во все новые области деятельности. Интерес к нему продолжает расти. Возросшие скорости передачи данных и графические интерфейсы современных браузеров дают возможность применять Интернет в абсолютно новых качествах. Так, одной из основных задач современной картографии является сегодня распространение геоинформации между большим числом пользователей по всему миру. Решением этого вопроса стало создание специализированных геоинформационных Интернет-служб, осуществляющих взаимодействие ГИС-серверов с пользовательскими устройствами (рис. 1).

Основа каждой системы - геоинформационный сервер для обработки поступающих запросов пользователей и выдачи результата в требуемом виде. Именно сервер обеспечивает определенную функциональность будущей ГИС в Интернете. Пользователь, заходящий на геоинформационный узел, обычно вооружен обыкновенным Web-браузером и не нуждается в дополнительном ПО для своей работы. [1]

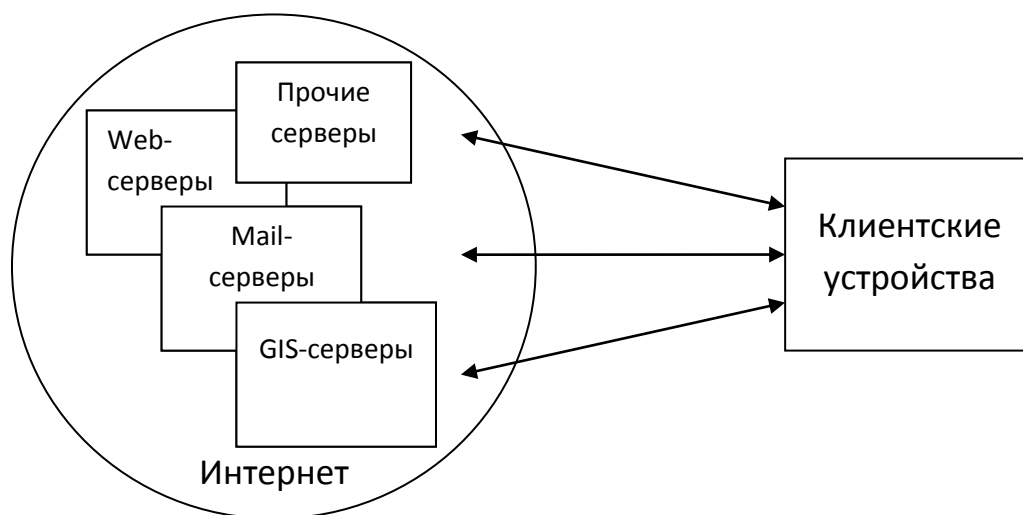


Рис. 1. Схема взаимодействия клиентских устройств с различными Интернет-серверами

Организация структуры ГИС-сервера осуществляется на принципах MVC (Model-View-Controller)-архитектуры. Паттерн Модель-Представление-Контроллер (MVC) делит ГИС-сервер на три части (рис. 2). [2]

Первой частью является компонент Модель (Model), который отвечает за поведение ГИС-приложений, хранит геоданные, предоставляет данные (обычно для View), а также реагирует на запросы (обычно от контроллера). Вид (View) обеспечивает представление этих данных пользователю. Контроллер (Controller) обрабатывает входные данные, управляет компонентами, получая сигналы в виде реакции на действия пользователя, и уведомляя об изменениях компонент Модель. Такая внутренняя структура в целом разбивает систему на самостоятельные части и распределяет ответственность всего приложения на различные компоненты (рис. 3).

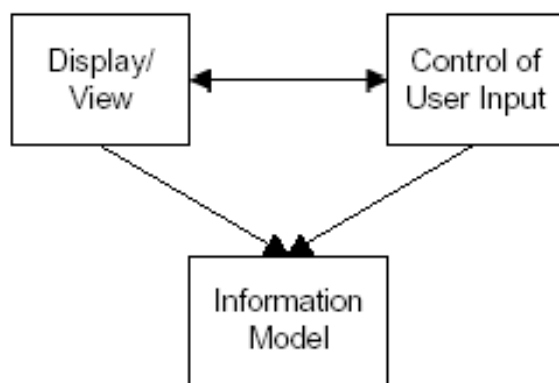


Рис. 2. Архитектура MVC-модели

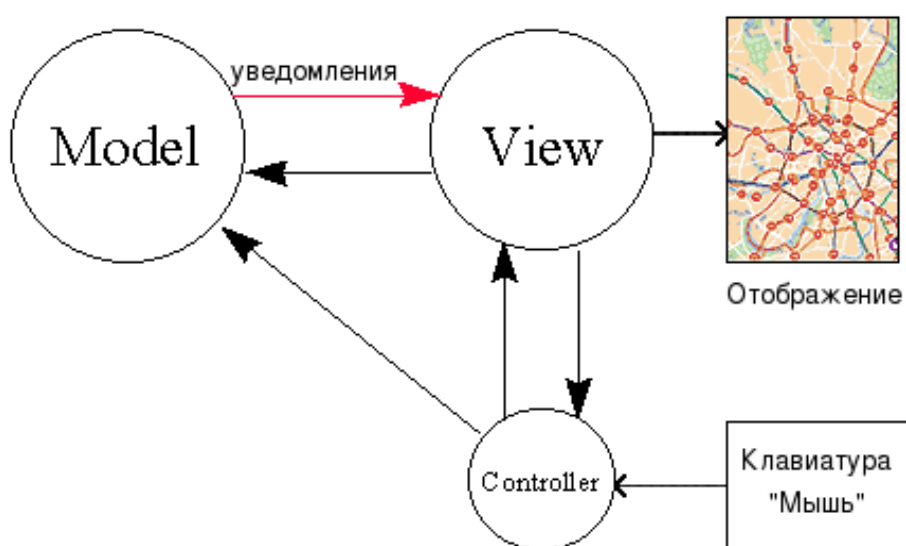


Рис. 3. Схема взаимодействия в MVC-модели

Взаимодействие потребителя ГИС-услуг с ГИС-сервером может осуществляться как через Web-интерфейс, так и через специальные Web-модули геоинформационных систем на пользовательском терминале.

В первом случае, когда пользователь использует Web-браузер, возможны два варианта функционирования системы «клиент-сервер».

1. Пользователь с помощью клиентского устройства (ПК, КПК, мобильный телефон и др.), подключенного к Интернету, вводит свой запрос на специальной Web-странице ГИС-сервера. Компонент Controller передает принятую информацию компоненту Model, который, обращаясь к базе геоданных удаленной серверной ГИС, обрабатывает полученный запрос и отправляет результаты обработки компоненту View для отображения. В случае такого взаимодействия реализуется «серверосторонняя» (server-side) технологическая стратегия работы Web-ГИС-сервера, согласно которой все запросы пользователя обрабатываются исключительно сервером.

2. Пользователь посылает запрос на ГИС-сервер. Но, в отличие от первого варианта, ГИС-сервер сам не обрабатывает запрос, а лишь отправляет нужные пользователю геоданные из базы данных для последующей работы с ними. В представленном примере реализуется «клиентосторонняя» технологическая стратегия.

Во втором случае пользователь отправляет свой запрос через специальный Web-модуль ГИС-программы, установленной на его ПК или ноутбуке (при условии подключения к Интернету). ГИС-сервер анализирует запрос и отправляет клиенту необходимые геоданные из базы данных. Клиентская ГИС-программа, получив необходимые геоданные, производит их обработку с использованием своих ресурсов. Такое взаимодействие ГИС-сервера и клиента также проходит по «клиентосторонней» технологической стратегии.

Представленные технологические стратегии обладают рядом преимуществ и недостатков (табл. 1).

Таблица 1. Преимущества и недостатки различных стратегий взаимодействия клиентских устройств пользователя и Web-ГИС-сервера

Преимущества		Недостатки	
«серверостронняя» стратегия	«клиентосторонняя» стратегия	«серверостронняя» стратегия	«клиентосторонняя» стратегия
- клиент получает доступ к большим базам геоданных, которые трудно передать через Интернет; - клиент с небольшими собственными ресурсами (мобильный телефон) может эффективно использовать сложные процедуры обработки геоданных сервера; - обеспечивается контроль за соблюдением режима доступа к геоданным;	- большие собственные ресурсы клиента используются сервером для обработки запросов; - однажды получив геоданные с ГИС-сервера, клиент может сколько угодно долго обрабатывать эти данные, не загружая сервер и линии связи новыми запросами;	- при большом количестве запросов клиента работа ГИС-сервера может быть затруднена; - при низкой пропускной способности линий связи возможны трудности при передаче больших результатов обработки; - клиент, обладающий большими собственными ресурсами «простаивает» (не вовлечен в процесс обработки запроса);	- необходимые клиенту геоданные, пересылаемые ГИС-сервером, могут иметь слишком большой объем, что затруднит их передачу; - небольшие собственные ресурсы клиента могут негативно повлиять на скорость обработки геоданных; - пользователи могут не обладать нужными знаниями для самостоятельной работы с геоданными.

Обе рассмотренные стратегии имеют свои преимущества и недостатки, поэтому на практике они обычно комбинируются в так называемые гибридные технологические решения, которые определяют использование ресурсов ГИС-сервера и клиентского устройства в зависимости от свойств геоданных, типов

запросов, объема собственных ресурсов клиента, уровня профессиональности пользователя и пр. [3]

В зависимости от используемых технологических стратегий все существующие Web-ГИС-серверы можно разделить на несколько групп.

1. HTTP- или FTP-сервер, хранящий геоданные в форматах, поддерживаемых различными ГИС-оболочками. Навигация пользователя по базе геоданных проводится через содержащий описания геоданных Web-интерфейс, сами геоданные передаются по протоколу FTP. Сервер пересылает эти файлы на компьютер пользователя для последующей обработки.

2. ГИС-серверы, обрабатывающие запросы к метаданным. Такие серверы не содержат геоданные непосредственно, а предоставляют пользователю только их описания и адреса расположения на других ГИС-серверах.

3. Серверы, хранящие в базе данных заранее созданные растровые (gif- и jpg-формат) и векторные (cgm-, dxf- или Shockwave-форматы) карты. Пользователь, попадая на такой сервер, должен выбрать по базе данных тему и регион, охватываемый картой, а также набор дополнительных условий. Результатом запроса к базе данных является отображение того или иного изображения карты на экране компьютера пользователя. Для отображения векторных карт в Web-браузере пользователя должны быть установлены специальные плагины (Plug-in).

4. Серверы, использующие конверторы геоданных «на лету». Представленная организация сервера необходима для пользователей, ГИС-оболочки которых не имеют развитых функций конвертирования геоданных из других форматов в тот, с которым они способны работать. Используя возможности этого сервера, клиент может выбирать необходимый для него формат представления данных, нужную проекцию и ряд других параметров. Далее серверное приложение «на лету» делает нужные изменения и передает пользователю геоданные в нужном ему виде.

5. Серверы, формирующие карты в интерактивном режиме. Сервер «на лету» формирует нужную html-страницу и растровую карту в зависимости от параметров запроса, таких как масштаб, местоположение, тематика и т.д. Затем растровое изображение передается на компьютер пользователя и показывается с помощью Web-браузера.

6. Аналитические Web-ГИС-серверы работают так же, как и предыдущие серверы. Главное их отличие состоит в том, что кроме картографического изображения пользователь может использовать посредством Web-браузера текстовую информацию по объектам на карте, при необходимости включать и выключать слои и др. Клиент получает полный контроль над всеми операциями анализа и визуализации удаленных геоданных, не имея на собственном компьютере специальных ГИС-оболочек. Такое взаимодействие клиента и аналитического Web-ГИС-сервера требует наличие на клиентском месте достаточно мощного компьютера и высокоскоростного канала связи. Сервер должен обеспечивать не только высокую скорость растеризации/преобразования исходной графической информации, но и

высокоскоростную обработку атрибутивной информации, хранящейся в базе данных.

Во взаимодействии Интернет-ГИС-сервера и Web-браузера клиента при работе с различными геоданными можно выделить как преимущества, так и недостатки. Преимущество доступа к геоинформационному Web-серверу – в низкой стоимости и возможности обслуживать большое число потребителей геоинформации. Недостатком является то, что во многих геоинформационных ГИС-серверах до сих пор не реализованы некоторые функции, применяющиеся в профессиональных ГИС. Но Интернет-технологии стремительно развиваются, и, возможно, в скором будущем данные системы не только догонят, но и превзойдут общепринятые ГИС по всем параметрам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www20.brinkster.com/geosoft/lib/07.htm>
2. <http://lib.juga.ru/article/archive/68/>
3. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2: учеб. пособие для студ. вузов [Текст] / Е.Г. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. - М.: Издат. центр «Академия», 2004. - 480 с.

© С.Ю. Кацко, 2006

УДК 004.9:528.48
Т.С. Хатоум
СГГА, Новосибирск

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МЕСТНОСТИ

Целью статьи является анализ возможностей современных методов и средств для трехмерного моделирования геопространственных данных.

Вероятно, идеальными приборами для определения геометрических параметров объектов зданий и сооружений являются трехмерные лазерные сканеры. Такие приборы позволяют ускорить процесс измерения и получения данных для создания трехмерных цифровых моделей объектов, а также ситуации и рельефа местности.

Однако, в настоящее время, не смотря на активное развитие лазерной локации в РФ, данная технология является пока еще дорогостоящей и требующей высокой квалификации специалистов.

Вместе с тем, на российском рынке появился ряд моделей безотражательных электронных тахеометров (БЭТ), значительно автоматизирующих процессы сбора геоданных по сравнению с обычными электронными тахеометрами. Технические характеристики современных моделей БЭТ, позволяют в ряде случаев использовать их вместо 3D сканеров.

Современный БЭТ имеет дальность измерения в безотражательном режиме порядка 100 и более метров, а точность измерения расстояний составляет 2-3 мм. Такие приборы, как известно, выпускаются фирмами SOKKIA (Япония), PENTAX (Китай), TRIMBLE (США) и др.

Измерения с помощью БЭТ целесообразно выполнять в режиме прямоугольных координат для получения данных, готовых к передаче в систему 3D моделирования.

Если измерения выполнялись в режиме полярных координат, то результаты могут быть обработаны в программе Credo, а затем экспортированы в текстовый формат, например,

N	X	Y	Z
1	109.042	199.880	50.600
2	108.495	197.203	50.591
3	108.357	197.008	49.713
4	108.884	199.878	49.716

Здесь N – номера точек; X, Y, Z - координаты точек.

Для дальнейшей обработки полученных данных и выполнения 3D моделирования предлагается использовать специальное программное обеспечение, предназначенное для 3D сканеров. К таким программам относятся:

RealWorks Survey (Mensi, Франция);
RapidForm (INUS Technology, Корея) ;
I-Site Studio (I-SiTE Limited, Австралия);
Cyclone (Cyra Technologies, США) и др.

Наибольший эффект при трехмерном моделировании и визуализации объектов достигается с помощью программного комплекса Cyclone фирмы Leica Geosystems. Программа Cyclone предназначена для работы с огромным количеством точек, то есть с облаком точек, полученных лазерным сканером. В ряде случаев такое множество точек является избыточным, поэтому с помощью БЭТ могут быть получены только необходимые данные, которые легко интерпретировать в Cyclone.

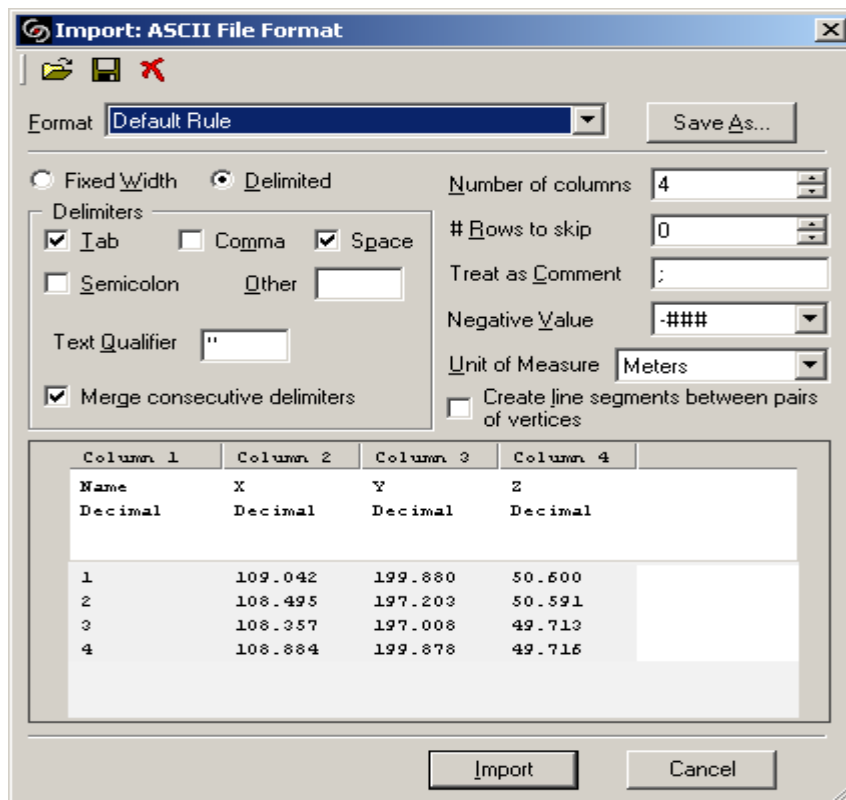


Рис. 1. Настройка параметров импорта данных в программу Cyclone

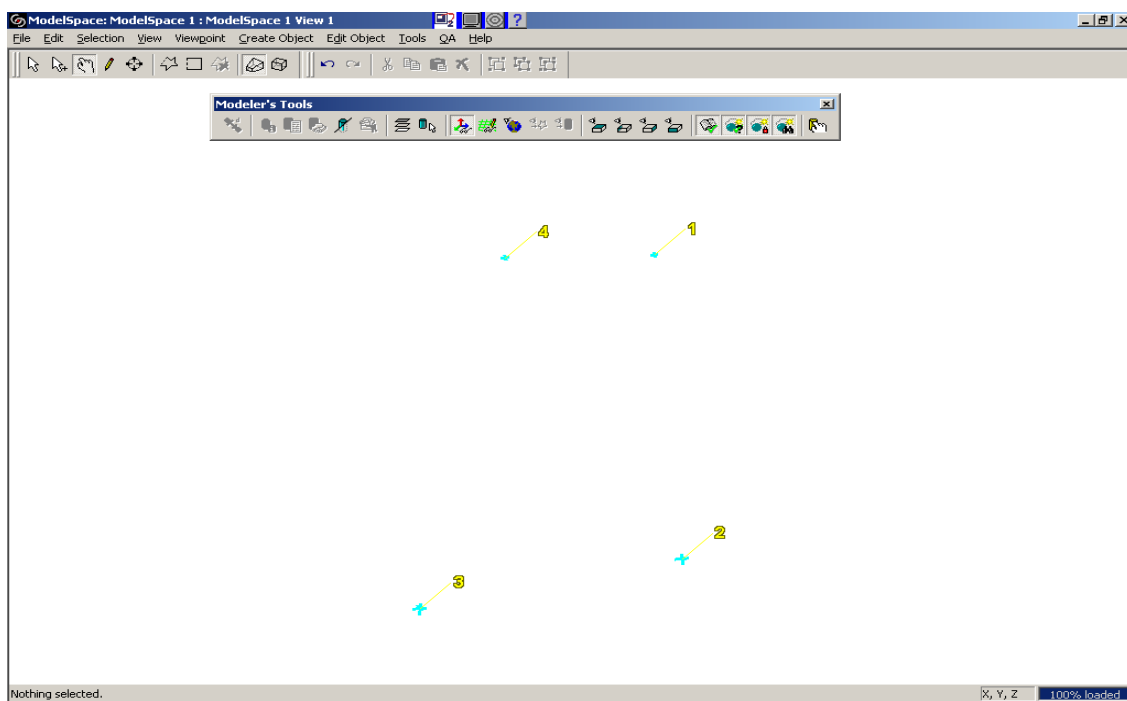


Рис. 2. Визуализация данных с безотражательного электронного тахеометра в Cyclone

Трехмерные модели объекта, представленные в Cyclone, можно экспортировать во внешние системы автоматизированного проектирования AutoCad или MicroStation.

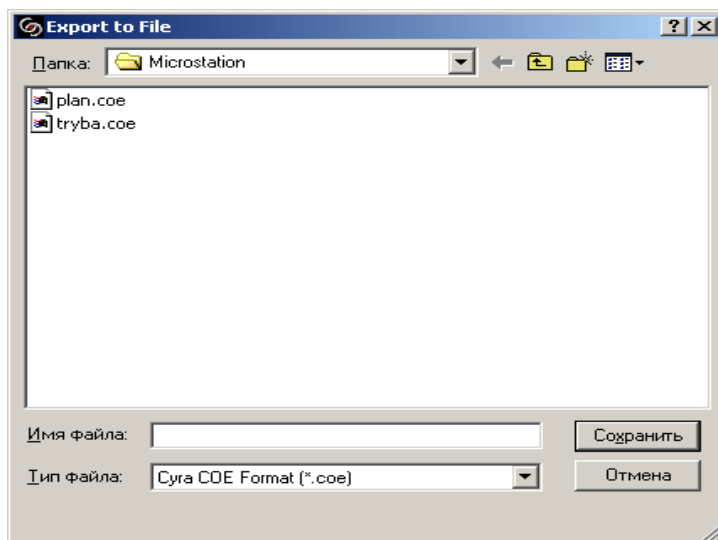


Рис. 3. Экспорт 3D модели в MicroStation в формате (*.COE)

Для наглядного представления моделей объектов и создания более реалистичных сцен пространственных данных целесообразно экспортировать их систему ArcGis, а затем представить в программе ArcScen.

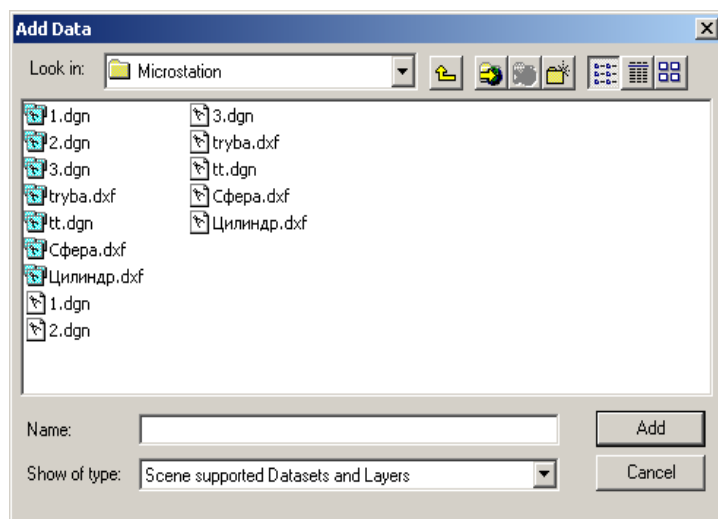


Рис. 4. Импорт 3D модели в программу ArcScen

Таким образом, нами предлагается следующая технология обработки геопространственных данных и трехмерного моделирования:

1. Измерения с помощью БЭТ в режиме прямоугольных координат;
2. Передача данных из электронного тахеометра в ПЭВМ;
3. Импорт данных в программу Cyclone;
4. Создание 3D – моделей в Cyclone;

5. Экспорт 3D – моделей в ArcGis;
6. Визуализация 3D – проекта в ArcScene.

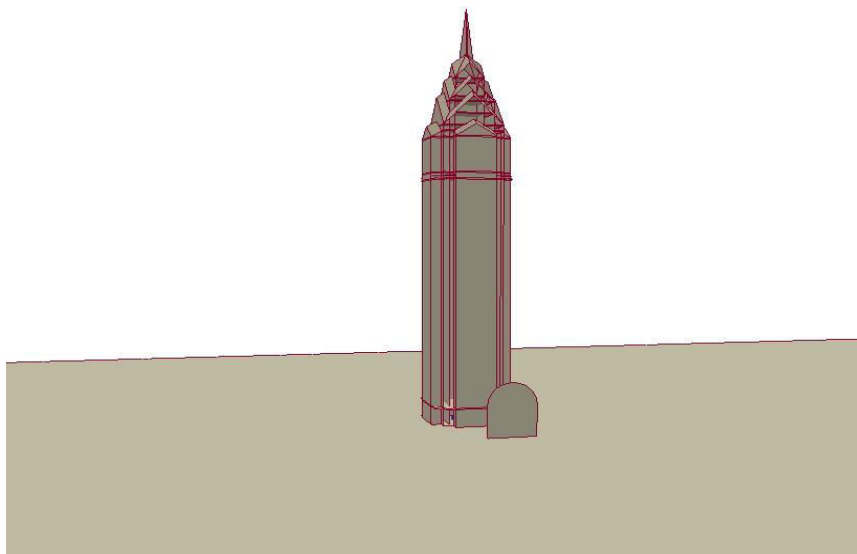


Рис. 5. 3D модель в программт ArcScen.

Данная технология может быть использована при:

- Съемке фасадов зданий и сооружений;
- Определении объемов земляных масс;
- Исследовании геометрических параметров объектов;
- Создании трехмерных моделей местности;
- 3D моделировании и анализе геометрических параметров объектов;
- Формировании трехмерных карт и др.

© Т.С. Хатоум

УДК 528.94(571.14)
А. А.Басаргин
СГГА, Новосибирск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА Г. НОВОСИБИРСКА

В настоящее время построение трехмерных моделей местности и, в том числе, рельефа, имеет актуальное значение. Трехмерное представление рельефа позволяет более наглядно рассматривать изучаемую территорию для решения разного рода инженерных задач.

Целью статьи является анализ методов построения цифровых моделей рельефа и создание трехмерной карты города Новосибирска.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) - метод цифрового представления пространственных объектов в виде трехмерных данных, образующих множество точек с известными отметками. Как известно, ЦМР создаются на основе различных алгоритмов и методов интерполяции.

IDW интерполяция должна использоваться, когда набор исходных пунктов достаточно плотен, чтобы охватить степень местного поверхностного изменения, необходимого для анализа. Принцип IDW интерполяции заключается в том, что определяемый пункт оценивает линейные веса набора исходных отметок. Вес - функция от расстояния исходной точки до местоположения определяемого пункта. Чем больше расстояние до определяемого пункта, тем меньшее влияние точка имеет на вычисляемое значение отметки.

Нерегулярная сеть триангуляции (TIN) - векторная структура данных, имеет обыкновение хранить и показывать поверхностные модели. TIN делит географическую поверхность, используя набор нерегулярно размещенных пунктов данных, каждый из которых имеет x-, y- и z-значения. Эти точки связаны гранями, которые формируются смежные треугольники, не накладываясь друг на друга. При этом создается непрерывная поверхность, которая представляет ландшафт.

Spline оценивает полученные значения отметок, используя математическую функцию, которая минимизирует полное поверхностное искривление. В итоге получается гладкая поверхность, которая проходит точно через исходные пункты. Концептуально, это - подобно изгибу листа каучука так, чтобы это прошло через пункты при уменьшении полного искривления поверхности. Это может предсказывать горные хребты и долины в данных и - лучший метод для представления гладко изменяющихся поверхностей явлений.

Имеются два разновидности: упорядоченный и натянутый.

Упорядоченный spline включает первые производные, то есть первая производная изменения в наклоне, и производная третьей степени в вычислении минимизации.

Хотя натянутый spline использует только вторые производные, это включает большее количество исходных пунктов в spline вычислениях, которые обычно создают более гладкие поверхности, но вычисления занимают больше времени.

Интерполяция Natural Neighbors имеет много положительных особенностей, то есть может использоваться, и для интерполяции и экстраполяции, и вообще хорошо работает со сгруппированными и рассеянными пунктами. Взвешенно - средний метод, применяемый в интерполяции Natural Neighbors идентичен IDW интерполяции. Он может эффективно применяться с большими наборами исходных данных. В нем выбираются самые близкие узлы, которые формируют поверхность вокруг пункта интерполяции.

Kriging Мощный статистический метод интерполяции. Используется для разнообразных наук здоровья, геохимии, и моделирования загрязнения. Kriging предполагает, что расстояние или направление между типовыми пунктами

отражают пространственную корреляцию, которая может использоваться, чтобы объяснить изменение в поверхности. Этот подразумевает приближение функции к указанному числу пунктов или всех пунктов в пределах указанного радиуса, чтобы определить значение для каждой точки. Kriging – применяется чаще всего, когда пространственно коррелированное расстояние или тенденция в изменении данных известны и часто используется в науке о почвах и геологии.

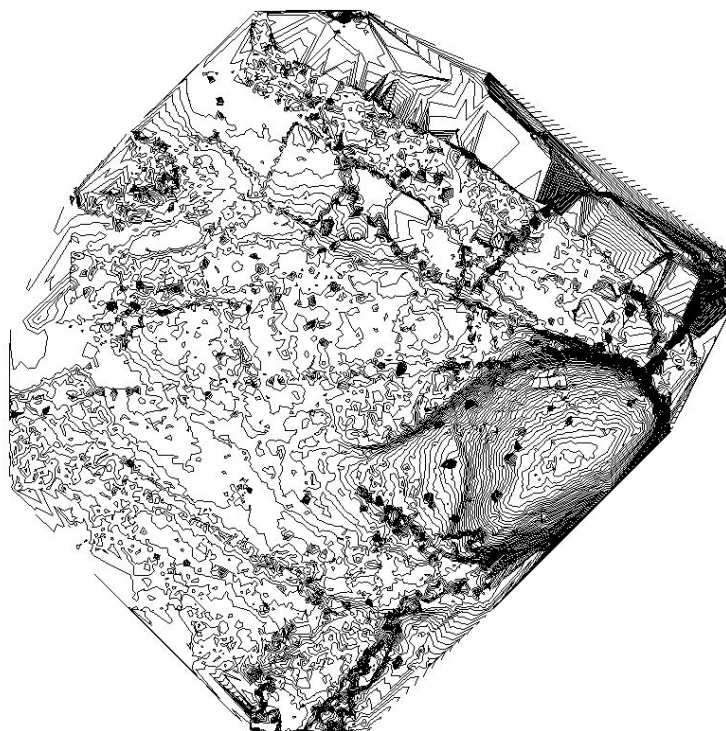
Предсказанные значения получаются из отношений в исходных точках, использующих сложную технику среднего числа взвешивания. При этом используется радиус поиска, который может быть установлен или меняться. Произведенные вычисления точек могут превышать диапазон исходных пунктов, и поверхность не проходит через них.

Имеются несколько типов Kriging. Обычный Kriging, наиболее общий метод. Он предполагает, что не имеется никакой постоянной средней для данных. Универсальный Kriging предполагает, что наиважнейшая тенденция существует в данных и что это может быть смоделировано.

При построении цифровой модели рельефа Ленинского района г. Новосибирска, использовались растры масштаба 1:500. В программе MapInfo на них выбирались характерные точки рельефа. Затем полученные данные были переданы в ArcGIS и по этим точкам выполнились построения цифровых моделей рельефа. На рис. 1 показана цифровая модель рельефа, построенная на Ленинский район города Новосибирска.

По данным моделям будет формироваться ЦМР для Новосибирска. Также это будет использоваться для создания генерального плана г. Новосибирска.

Описанные методы интерполяции имеют существенные различия и следует выбирать тот или иной метод построения в зависимости от целей моделирования. Для моделирования и детального анализа небольших участков поверхностей целесообразно использовать метод TIN интерполяции.



УДК 625.7

С.П. Крысин^{*,†}, Д.С. Сарычев[†], С.А. Субботин[†], П.С. Крысин^{*}

^{*}Томский государственный архитектурно-строительный университет

[†]ООО «ИндорСофт. Инженерные сети и дороги», г. Томск

[‡]ООО Инженерный дорожный центр «Индор», г. Томск

E-mail: krysin@indor.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И КАДАСТРА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Проведение работ по инвентаризации и кадастру автомобильных дорог включает в себя комплекс полевых и камеральных работ.

На начальном этапе осуществляется камеральный сбор исходных данных об автомобильных дорогах. К таковым относятся: наименование автомобильных дорог, их местоположение и протяженность, сведения об отводе земель, сведения о смежных землепользователях, экономические характеристики дорог и искусственных сооружениях на них.

Первым этапом полевых работ устанавливается истинную ось автомобильной дороги. Этот вид работ проводится с помощью передвижной лаборатории, оснащенной системой спутниковой навигации (GPS), или экспортом данных из тахеометрической съемки изыскательской группы. В динамическом режиме дискретно записываются координаты оси автомобильной дороги с фиксацией местоположения километровых столбов, искусственных сооружений и крупных примыканий. Данные с GPS записываются на персональный компьютер, в режиме реального времени.

Следующим этапом полевых работ является непосредственно съемка элементов и обстановки автомобильной дороги. При помощи ИРА-3М (измеритель регистратор автомобильный) фиксируется пикетажное положение обстановки дороги (дорожных знаков, столбов ЛЭП, начало и конец угодий, дорожных труб, мостов, укрепленных кюветов и т.д.), с последующей записью в полевой журнал. Затем проводится досъемка геометрических элементов автомобильной дороги (поперечные размеры земляного полотна, геометрические размеры примыканий, расстояния до дорожных знаков и угловых столбов ЛЭП и пр.) с помощью лазерной рулетки Leica DISTO classic.

Заключительным этапом полевых работ является уточнение смежных с автомобильной дорогой землепользователей, информация о которых заимствована в районных земельных комитетах.

После проведения полевых работ заполняется электронный паспорт автомобильной дороги. Электронный паспорт представляет собой набор таблиц СУБД.

В СУБД все таблицы формально разделены на 4 подгруппы: элементы автомобильной дороги, характеристики, обстановка и искусственные сооружения на дорогах.

Элементы автодороги включают в себя: дорожные знаки, ограждения, дорожная разметка, примыкания, дорожная одежда, укрепленные кюветы, грунт земляного полотна, укрепленные обочины, подъезды к автомобильной дороге, тротуары, переходно-скоростные полосы.

В группу характеристик автомобильной дороги входят следующие таблицы: размеры полосы отвода, вид угодий, дефекты покрытия, основные расстояния, статистика ДТП, интенсивность движения, ровность покрытия, ширина верха земляного полотна, типы поперечных профилей, протяженность покрытий, технические категории, обслуживающие дорожные организации, проблемные участки (затопляемые, вечномёрзлые, пучинистые и т.д.), радиусы менее допустимых, состояние покрытия, уклоны более допустимого, вершины углов поворота, координаты оси трассы, метки, описание подошвы сооружения.

Обстановка автомобильной дороги состоит из следующих таблиц: коммуникации, снегозащитные сооружения, площадки отдыха, автобусные остановки, населенные пункты, здания дорожной службы, пункты первой медицинской помощи, озеленение, пункты питания, автовокзалы, общественные туалеты, пункты ГИБДД, моечные пункты, гостиницы, автозаправки, станции ТО.

Искусственные сооружения: трубы, мосты, подпорные стенки, тоннели, паромные переправы.

Все данные из полевого журнала заносятся в соответствующие таблицы с привязкой каждого элемента к пикетажному положению на оси дороги. Также фиксируется их боковое отклонение. Вся эта информация имеет огромные объемы различного представления: чертежи, графики, таблицы, фотографии и т.д.

Анализируя существующие информационные потребности предприятий дорожной отрасли можно сделать вывод, что они требуют широкого внедрения современных информационных технологий, базирующиеся на едином информационном пространстве. В этом смысле мы исходили из следующих требований единства информационного пространства:

1. Местоположение автомобильной дороги, всех инженерных сооружений и коммуникаций должны быть четко зафиксировано на картографической основе, единой для всех заинтересованных предприятий с использованием необходимых инструментальных средств геоинформационных систем.

2. На единой картографической основе должны быть условно нанесены элементы функционирования автомобильной дороги и сооружений на них в прошедшем времени, текущем состоянии и планируемом (история дороги).

3. Кроме того, элементы функционирования автомобильной дороги и сооружений на них должны быть представлены и немасштабно в виде отдельных специальных чертежей и схем (например: линейные графики).

4. В дополнение к полному объему информации об автомобильных дорогах и сооружений на них система должна содержать сведения от сотрудничающих и внешней сред.

5. Вся информация об автомобильных дорогах и сооружений на них должна быть проинвентаризована и помещена в виде адекватного атрибутивного описания в единую базу данных.

6. Между графической и атрибутивной информацией, а также записями в базах данных необходимо установление логических связей, используя которые можно переходить от графического изображения объекта к его параметрическому описанию и обратно.

7. Вся графическая и параметрическая информация должна по классам секретности и правам доступа различных групп пользователей. При этом требуется принятие соответствующих организационных решений и проведение необходимых мероприятий.

8. Для всех групп пользователей информационная система должна быть настроена на решение конкретных задач.

9. Для сотрудничающих и внешних сред необходима процедура обмена обновленными графическими и атрибутивными данными. Кроме того, между соответствующими предприятиями должно быть заключено многопользовательское соглашение, предусматривающее ответственность за несвоевременную передачу информации либо ее недостоверность.

Для реализации вышеперечисленных требований была использована специализированная ГИС автомобильных дорог IndorGIS (создана в ООО «ИндорСофт», г. Томск) – это крупный программный комплекс, предназначенный для системной автоматизации инженерной деятельности. В основе комплекса лежит согласованный набор стандартов для представления всех видов атрибутивной и графической (картографической, а также планов, схем и чертежей) информации. IndorGIS/Road – это комплексное программное решение, которое помимо представления картографической информации и геометрии дороги для решения дорожных задач использует базу дорожных данных IndorInfo/Road, которая может работать как самостоятельно, так и в составе ГИС. Система предназначена для работы с сетью автомобильных дорог и улично-дорожной сетью населенных пунктов. Основное предназначение информационной системы автомобильных дорог IndorGIS/Road заключается в оперативном обеспечении персонала сведениями, необходимыми в процессе эксплуатации, в ведении и анализе данных о состоянии автомобильных дорог и инженерных сооружениях на них, а также в автоматическом создании выходных форм отчетности. Информационная система обеспечивает возможность ввода и хранения стандартизованных описаний объектов сети автомобильных дорог и улично-дорожной сетей населенных пунктов, анализ текущего состояния этих сетей. Ее применение позволяет повысить эффективность работы персонала и упростить решение текущих задач по эксплуатации и развитию дорог.

Наиболее важными функциями информационной системы являются:

- Ведение паспортов, сведений по диагностике, мониторингу, оценке уровня содержания автомобильных дорог.
- Оперативное получение информации о дорогах и дорожных объектах в любой части охватываемой территории.

- Отслеживание дефектов, регламентных и ремонтных работ с указанием сроков, результатов контрольных измерений и испытаний.
- Графическое отображение дороги в виде чертежа в произвольном масштабе в произвольной ориентации либо на плане местности.
- Отслеживание остаточной стоимости основных фондов; инвентаризация автомобильных и городских дорог.
- Оценка качества содержания автомобильных и городских дорог.
- Формирование статистического материала по дефектам с целью выявления «слабых» мест.
- Формирование статистического материала по ДТП.
- Ведение архива документов по дороге и ее объектам. Под документами понимаются текстовые, графические файлы, чертежи, отсканированные материалы, видеоряды и любые другие данные.
- Ведение информации и документов по правам собственности на землю, информации по полосам отчуждения и обременения.

Информационная система построена по технологии клиент-сервер и состоит из базы данных и клиентских мест. База размещается в СУБД Microsoft SQL Server 2000. Клиентские места могут функционировать под управлением операционной системы Windows 98/Me/NT/ 2000/XP.

Атрибутивную информацию пользователи могут просматривать, вводить и корректировать данные, а также формировать отчеты (рис. 1).

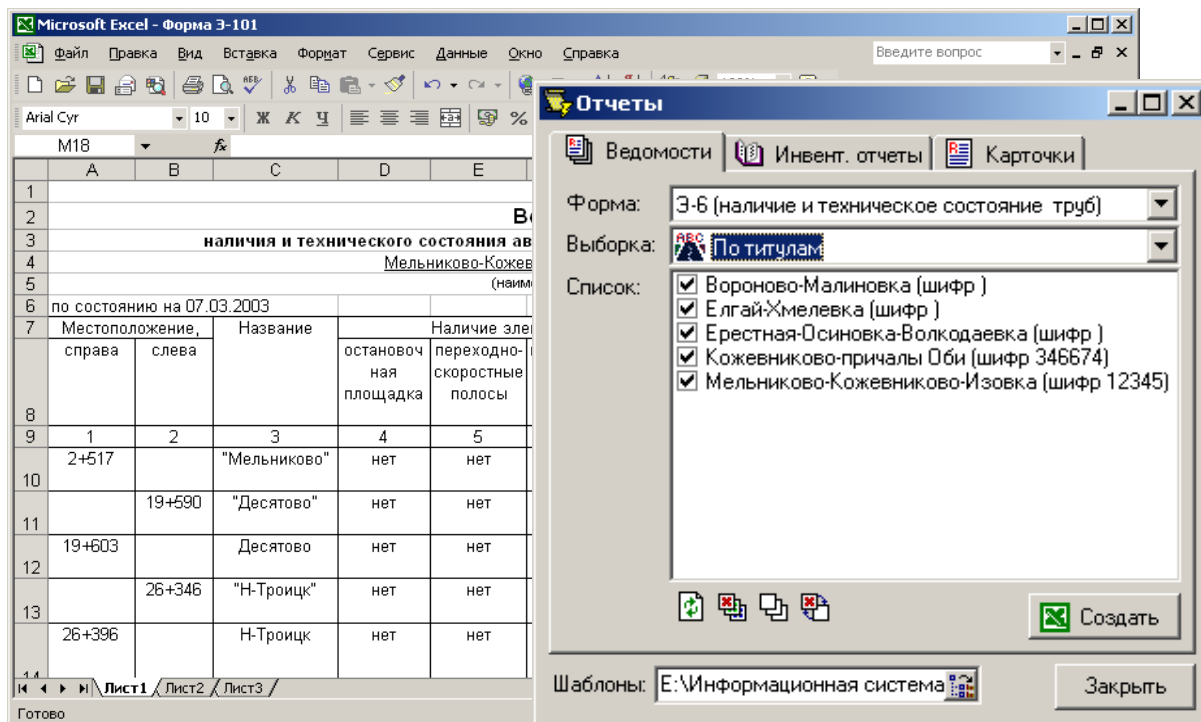


Рис. 1. Формирование выходных форм отчетности

1. План дороги и границ земель, находящихся в пользовании Томской областной Дирекции дорожного фонда и автомобильных дорог (М 1:25000) с экспликацией границ смежных пользователей (рис. 2). Данный чертеж является основой для Государственного акта занимаемых земель, утверждаемого Председателем комитета по земельной реформе и земельным ресурсам.



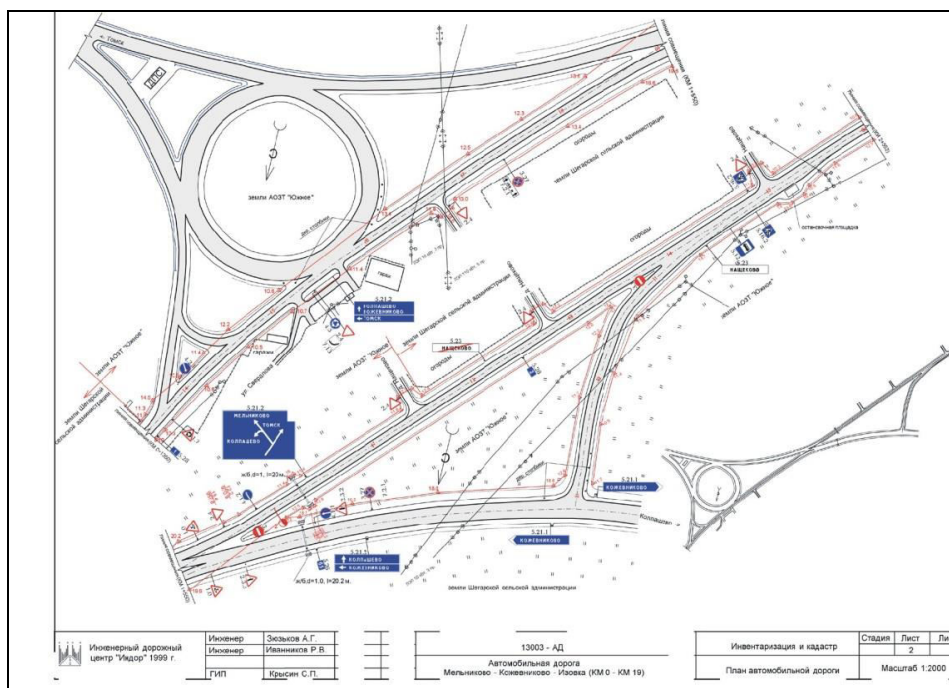


Рис. 3. План автомобильной дороги (М 1:2000)

2. Инвентаризационно-кадастровый план автомобильной дороги (М 1:500 - 1:2000) с отображением реальной геометрии автомобильной дороги, искусственных сооружений, инженерного обустройства и *фактической постоянной полосой отвода* (рис. 3).

© С.П. Крысин, Д.С. Сарычев, С.А. Субботин, П.С. Крысин

УДК 519.688:681.518

Д.С. Сарычев[†], В.В. Снежко[†], С.Г. Слюсаренко^{*†}

^{*}Томский политехнический университет

[†]ООО «ИндорСофт. Инженерные сети и дороги», г. Томск

E-mail: power@indorsoft.ru

ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются необходимость создания интегрированной системы мониторинга электрических сетей. Очерчивается круг задач, понимаемых как мониторинг электрических сетей. Показывается актуальность создания распределённого информационных комплексов, обеспечивающих единое информационное пространство, описывающее текущее состояние электрических сетей в целом. Предлагается решение на основе распределённой геоинформационной системы. Рассматриваются методики интеграции телеметрической, оперативной эксплуатационной и паспортной информации по объектам электрических сетей на основе единой информационной модели.

Задачи мониторинга электрических сетей

Общие задачи, встающие при эксплуатации электрических сетей, заключаются в поддержании работоспособности сети, сохранение ее надежности и удовлетворение потребностей абонентов в пределах как минимум тех, на которые была рассчитана сеть. В рамках этих общих задач выделяются следующие задачи, которые можно классифицировать как мониторинг (рис. 1).

1. *Периодический мониторинг технического состояния объектов.* В рамках данной задачи производятся осмотры, измерения параметров объектов и обновление их паспортов. При этом важно ведение «истории» по предыдущим значениям параметров для последующего ретроспективного анализа. Отслеживаются изменения технологических схем. Объекты и оборудование, выводимое в ремонт и вновь вводимое в эксплуатацию, должно своевременно соответствующим образом помечаться на схемах, планах и в каталогах.

2. *Оперативный мониторинг состояния сети.* Данная задача особенно актуальна при оперативном диспетчерском управлении сетью. Здесь должны решаться следующие подзадачи: отображение нормальной и реальной схем сети, дежурство планов объектов, обновление реальной схемы сети по данным телеметрии (состояния коммутаторов, замеры в контрольных точках), отображение текущих параметров оборудования, его состояния (в работе, в ремонте, в резерве).

3. *Периодический анализ технического состояния объектов сети.* В рамках данной задачи производится ряд расчетов. Во-первых, это оценка износа и надежности оборудования по результатам испытаний и измерений с учетом динамики изменения характеристик. Во-вторых, это расчет загруженности оборудования по данным расчетов режимов и данных о переданной за период мощности. В результате анализа и экспертной оценки возможно выявление «слабых мест».

4. *Оперативный анализ состояния сети.* Эта задача необходима при оперативном управлении сетью. Сюда входят такие подзадачи, как выделение подключенных и отключенных частей сети, абонентов, потерявших услуги в результате незапланированных отключений, расчет вариантов резервирования питания с учетом загрузки оборудования и требованиям надежности защит, расчет режима сети, расчет загрузки трансформаторов и линий по току и контроль превышения, анализ селективности работы защит, контроль и учет потерь в сети и в отдельных объектах, контроль и учет потребления электроэнергии абонентами. Данная задача входит в мониторинг, так как отображает оперативное состояние сети.



Рис. 1. Классификация задач мониторинга электрических сетей

5. *Оперативное управление сетью.* Сюда включается весь комплекс телеуправления, а также оперативной связи между диспетчерами и бригадами. Все сведения при этом должны отображаться в соответствующих журналах, на схемах, местоположение бригад – на дежурном плане сетей.

Концепция применения ГИС

Сегодня, когда автоматизация предприятий электроэнергетики идёт давно, остаются нерешёнными серьёзные проблемы. Так, идущая в России с 2001 года реформа электроэнергетики привела к разделению существовавших вертикально-интегрированных компаний, имеющих единое управление, на независимые специализированные предприятия, выполняющие строго ограниченный круг функций. Результатом такого разделения, наряду с положительными моментами, явилась увеличивающаяся информационная разобщённость предприятий – каждое из них ведёт информацию в своей зоне ответственности и зачастую в разных форматах, несовместимых друг с другом. В результате этого каждое предприятие имеет в актуальном состоянии только те данные, за которые само отвечает, вся остальная информация не обновляется годами. Жизненно важная задача мониторинга решается в очень узкой постановке и в целом неудовлетворительно.

Одним из путей решения проблемы является создание комплексной распределённой ГИС электрических сетей, интегрированной с системами телемеханики для приёма данных телеметрии и системами оперативного

обмена данными об изменениях. Информационный комплекс имеет своей основой некоторую распределённую объектную модель электрических сетей.

Объектная модель в чистом виде является не самым удобным представлением информации для конечного пользователя. Поэтому следующим важнейшим понятием будет Представление – некоторая визуальная интерпретация данных об объектах. Мы выделяем следующие важнейшие для нашей задачи представления:

1. *Технический паспорт объекта.* Это стандартизованное представление технических характеристик объекта, его инвентарных атрибутов. Как правило, внешний вид технического паспорта регламентирован в соответствующих организациях; при этом формы технических паспортов в разных организациях могут отличаться. Однако исходная информация – модель объекта – должна быть единой.

2. *Схема участка сети.* Это стандартизованное представление структурного размещения объектов относительно друг друга. Схема выполняется с соблюдением отраслевых стандартов на представление схем электрических сетей. При этом следует отметить, что компоновка схемы может быть различной, однако топология должна быть идентичной во всех схемах, отображающих данный участок сети. Основной проблемой здесь является то, что компоновка выполняется вручную, в соответствии с требуемым стилем изображения, тогда как базовая, топологическая информация должна сохраняться в соответствии с объектной моделью. Здесь предлагается следующий подход, в основе которого в объектную модель информация о структуре сети включается не просто в виде логического отношения, а в виде некоторой Базовой схемы, причём все последующие производные схемы получаются из базовой некоторыми преобразованиями (удалением со схемы несущественных элементов, изменения размеров, компоновки, нанесение подписей и т.д.). Изменения структуры базовой схемы приведут к изменениям в производных схемах.

3. *Журналы работ, неисправностей, замеров, испытаний.* Это стандартизованное представление Событий жизненного цикла объекта. Как правило, внешний вид журналов регламентирован в соответствующих организациях; при этом формы журналов в разных организациях могут отличаться. Однако исходная информация – модель событий жизненного цикла объекта – должна быть единой.

4. *План (карта) участка сети.* Это представление геометрической конфигурации сети в пространстве. Помимо самой сети здесь имеется Подложка – топооснова, инженерные и транспортные сети и другие пространственные объекты, необходимые для решения тех или иных прикладных задач. Исходные данные о геометрии объектов сети (например, координаты опор линии) должны представляться в абсолютной системе координат, пригодной для дальнейшей трансформации в требуемую локальную систему. Это требование является важным для сохранения непрерывности геометрического представления смежных сетей.

Основой нашей концепции является использование геоинформационной системы для ведения, хранения, обмена, всеми данными об объектах, а также инструментария ГИС для решения задач оперативного отображения схем и карт сетей, задач выполнения графовых и геометрических построений для оперативного анализа ситуации.

Структура комплекса

Предлагаемый геоинформационный комплекс представляет собой взаимодействующую систему из компонент, представленных на рис. 2. Серым отмечены серверные компоненты, белым – модули, работающие у клиентов.

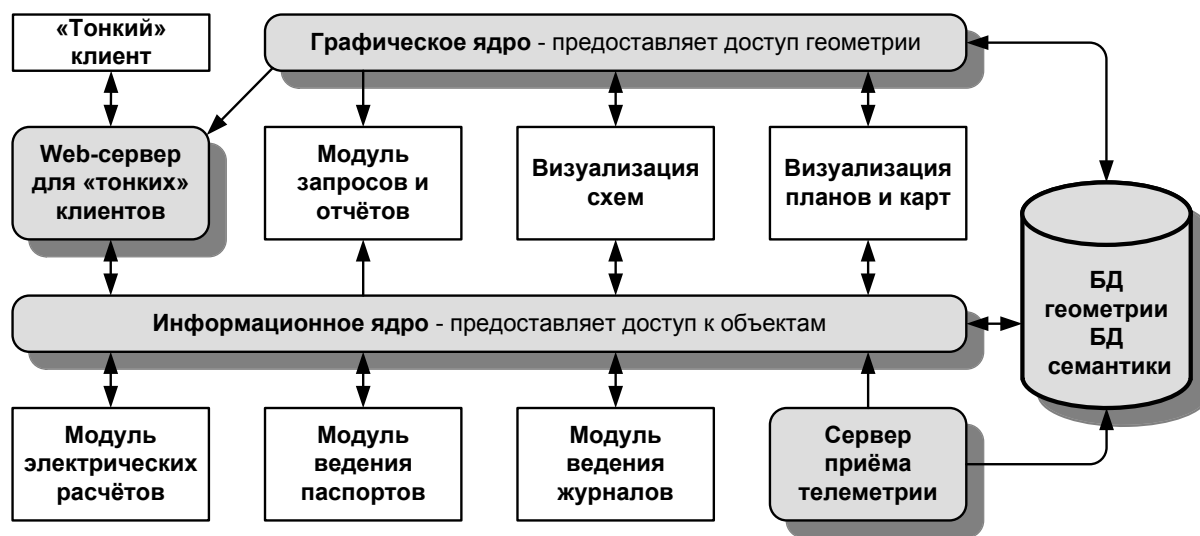


Рис. 2. Компоненты комплекса

База данных работает под управлением реляционной СУБД. Её модель соответствует объектному и геоинформационному представлению объектов, и может быть условно разделена на две части: семантическую (относящуюся к паспортам, журналам, справочникам и т.п.) и геометрическую (описывающую геометрию и топологию схем, карт и планов).

Информационное ядро предназначено для предоставления доступа к информационным объектам, описывающим электрическую сеть, а также для предоставления интерфейса семантическим данным: топологии сети, архивам измерений и оперативной телеметрии. Информационное ядро обеспечивает управление правами доступа к объектам, транзакционность работы и необходимые блокировки при многопользовательской работе.

Графическое ядро предназначено для доступа и преобразования геометрических данных из базы для отображения и работы визуализаторов схем, карт и планов. При этом также обеспечивается транзакционность работы при изменениях графики, а также существует система контроля версий. В качестве графического ядра может использоваться промышленное решение одной из ведущих фирм – ArcSDE (фирма ESRI, Inc.), SpatialWare (фирма MapInfo), TerraShare (фирма InterGraph).

Модули, работающие у клиентов, взаимодействуют в рамках клиентских АРМ. При этом работа с информационным ядром идёт по технологии СОМ (DCOM – если информационное ядро расположено на сервере). Информационное ядро работает с СУБД через библиотеку ADO. В системе предусмотрен дополнительный Web-сервер для работы с «тонкими» клиентами на базе браузера через HTTP-подключение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Применение графовых моделей для анализа инженерных сетей // Вестник Томского гос. ун-та, 2002, Т. 273, апрель, с. 70–74.
2. Сарычев Д.С. Современные информационные системы для инженерных сетей // Вестник Томского гос. ун-та, 2003, Т. 280 с. 354–36. 3.
3. Скворцов А.В., Сарычев Д.С., Новиков Ю.Л. Применение геоинформационных технологий для информационного обеспечения деятельности промышленных предприятий // Энергетика: экология, надёжность, безопасность. – Томск, 1999, с. 57.
4. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Методология построения единого кадастра инженерных коммуникаций // ИНПРИМ-2000 (материалы международной конференции), часть IV. – Новосибирск, 2000, с. 72.
5. С.Г. Слюсаренко, В.П. Рожков, С.А. Субботин и др. Современные информационные технологии в эксплуатации инженерных сетей // Труды межд. научн.-практ. конф. «Геоинформатика-2000» 15-18 сентября 2000 г. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2000, с. 219–224.
6. С.Г. Слюсаренко, Л.Ю. Костюк, А.В. Скворцов и др. Расчет установившегося режима электрической сети в ГИС ГрафИн // Вестник Томского гос. ун-та, 2002, Т. 273, апрель, с. 64–69.
7. Сарычев Д.С. Снежко В.В. Телеметрия в геоинформационной системе электрических сетей // Вестник Томского гос. ун-та, 2006, Т. 290 с. 284–289.

© Д.С. Сарычев, В.В. Снежко, С.Г. Слюсаренко

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГИС И САПР ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В настоящее время дороги являются важнейшей частью нашей жизни. От развития и состояния дорожной отрасли зависит развитие экономики государства, его обороноспособность, конкурентоспособность на мировом рынке, уровень жизни его граждан. Нельзя забывать и о социальной значимости автодорожного сообщения для жителей современных городов и удаленных населенных пунктов, что выражается в виде обеспеченности населения медицинскими, образовательными, культурно-бытовыми услугами.

Автомобильные дороги являются очень капиталоемкими сооружениями, но в тоже время и очень рентабельными за счет снижения транспортных издержек в других отраслях экономики, снижения аварийности, повышения подвижности населения. В настоящее время наличие развитой сети автомобильных дорог является немаловажным фактором инвестиционной привлекательности региона.

Одной из особенностей дорожной отрасли является то, что её основные сооружения (автомобильные и городские дороги) являются сложными инженерными линейно-протяженными сооружениями с ярко выраженной географической природой. В связи с этим основная техническая документация по автомобильным дорогам должна представляться графически на картографической основе или в виде условных схем и чертежей.

Долгое время при управлении такими большими и сложными системами использовались бумажные технологии, ручной счет и практика принятия решений на основе личного опыта персонала. При этом целый ряд актуальных задач решался либо некачественно, либо вообще обходился стороной. С развитием современных информационных технологий появилась возможность создавать комплексы, способные помогать решать задачи управления крупными системами [1]. Такие комплексы выполняют функции проектирования, инвентаризации, моделирования, а также информационной поддержки экспертных оценок и принятия решений.

Среди множества программных технологий, работающих с графической информацией, в дорожной отрасли наиболее востребованы программные технологии ГИС [2] и САПР. Кроме того, для работы с атрибутивной информацией используются технологии баз данных (БД). На разных этапах жизненного цикла дороги применяются различные информационные системы.

Жизненный цикл автомобильной дороги состоит из следующих основных этапов: планирование развития, проектирование, строительство и эксплуатация. На первом этапе представляется целесообразным использовать ГИС-технологии

для моделирования развития дорожной сети, обсчета различных вариантов развития, получения предварительной картографической документации. На этапе проектирования традиционно используются средства САПР, позволяющие создавать и обрабатывать цифровую модель рельефа, осуществлять пространственное трассирование дорог, строить продольные и поперечные профили, производить горизонтальную планировку верха земляного полотна, формировать конструкции дорожных одежд, проектировать инженерное обустройство, получать проектную документацию. Чтобы не начинать работы этого этапа с нуля, нужно иметь возможность передавать некоторые данные (например, трассу дороги, цифровую модель рельефа), сформированные средствами ГИС на предыдущем этапе, в систему проектирования.

На этапе эксплуатации автомобильной дороги для информационной поддержки задач управления используются информационные системы, основанные на технологии баз данных. Однако в последнее время все чаще наряду с базами данных используют геоинформационные системы [3], позволяющие за счет наличия средств анализа пространственных данных существенно расширить круг решаемых задач. В начале данного этапа, встает проблема передачи части данных, накопленных при проектировании дороги из САПР в ГИС и увязывание этих данных с базой данных.

В ООО «ИндорСофт» (г. Томск) разработана линейка продуктов, применяемых для автоматизации перечисленных этапов эксплуатации дорог. Это универсальная ГИС IndorGIS, система проектирования автомобильных дорог IndorCAD/Road и геоинформационная система автомобильных дорог IndorGIS/Road. Кроме ряда уникальных и полезных решений, реализованных в каждом программном продукте, вся линейка обладает таким неоспоримым преимуществом как возможность обмена данными.

Основное предназначение геоинформационной системы автомобильных дорог IndorGIS/Road, заключается в оперативном обеспечении персонала сведениями, необходимыми в процессе эксплуатации, в ведении и анализе данных о состоянии автомобильных дорог и инженерных сооружениях на них, а также в автоматическом создании выходных форм отчетности.

Геоинформационная система IndorGIS/Road обеспечивает возможность ввода и хранения стандартизованных описаний объектов сети автомобильных дорог и улично-дорожной сети населенных пунктов, анализ текущего состояния этих сетей. Ее применение позволяет повысить эффективность работы персонала и упростить решение текущих задач по эксплуатации и развитию дорог.

Наиболее важными функциями информационной системы являются:

- Ведение паспортов, сведений по диагностике, мониторингу, оценке уровня содержания автомобильных дорог.
- Оперативное получение информации о дорогах, мостах и искусственных сооружениях в любой части охватываемой территории.
- Отслеживание дефектов, регламентных и ремонтных работ с указанием сроков, результатов контрольных измерений и испытаний.

- Графическое отображение дороги в виде чертежа в произвольном масштабе и ориентации, либо на плане местности.
- Отслеживание остаточной стоимости основных фондов, инвентаризация автомобильных и городских дорог.
- Оценка качества содержания автомобильных и городских дорог.
- Формирование статистического материала по дефектам с целью выявления слабых мест.
- Формирование статистического материала по ДТП.
- Ведение архива документов по дороге и ее объектам. Под документами понимаются текстовые, графические файлы, чертежи, отсканированные материалы, видеоряды и любые другие данные.
- Ведение информации и документов по правам собственности на землю, информации по полосам отчуждения и обременения.

Система IndorGIS/Road может работать как самостоятельно, так и в составе ГИС IndorGIS в качестве дополнительного модуля. Геоинформационная система построена по технологии клиент-сервер и состоит из базы данных и клиентских мест. База размещается в СУБД Microsoft SQL Server 2000 и имеет наименование IndorInfo/Road. Клиентские места могут функционировать под управлением операционной системы Windows 98/Me/NT/ 2000/XP. В составе систем IndorGIS и IndorCAD/Road для обработки геоданных используются такие модули, как IndorSurvey (обработка «сырых» геодезических данных из приборов, полевых журналов) и IndorRaster (обработка растров).

Для решения задач сквозного информационного и пространственного моделирования на всех этапах жизненного цикла автомобильных дорог с использованием средств IndorGIS/Road, IndorCAD/Road и других сопутствующих систем предлагается следующая блок-схема их использования (рис. 1). Здесь выделяются следующие важнейшие этапы жизненного цикла дорожной сети: *эксплуатация* имеющихся дорог, *обоснование инвестиций* развития, строительства и реконструкции, *предпроектная оценка* вариантов строительства, реконструкции и ремонтов, *проектные изыскания* и *проектирование* дорог, *исполнительная съемка* и *паспортизация*, *диагностика* и *мониторинг* состояния, дефектов и упрощенная паспортизация. На каждом этапе применяются определённые классы продуктов, обрабатывающих пространственные (и технические) данные.

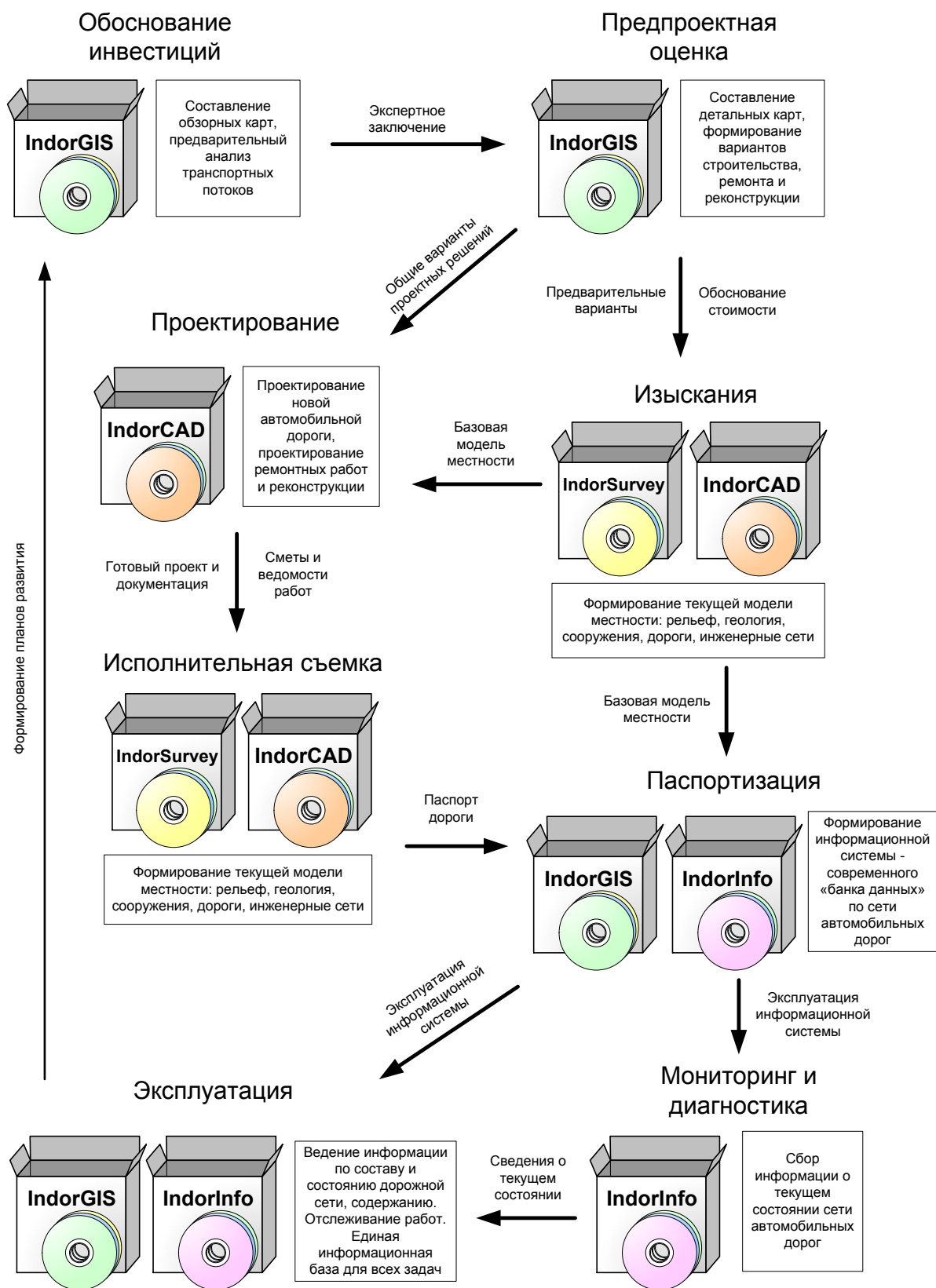
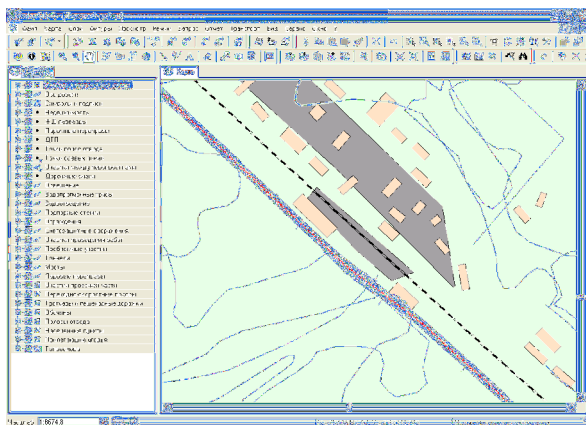
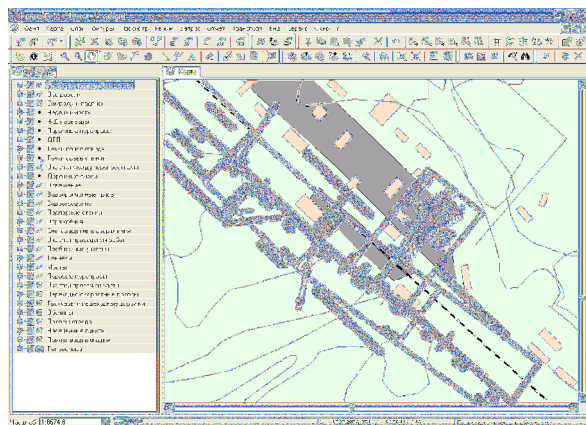


Рис. 1. Применение технологий ГИС и САПР на разных этапах жизненного цикла автомобильных дорог (на примере продуктов ООО ИндорСофт)

Для построения такой цепочки взаимодействия различных продуктов при решении задач соответствующих этапов были разработаны следующие ключевые элементы технологии и методики работы.

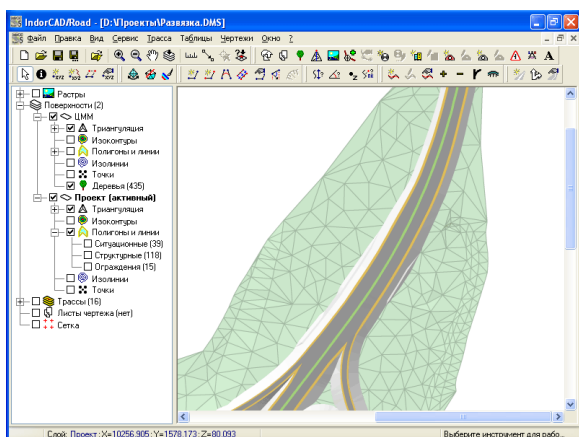


(a)

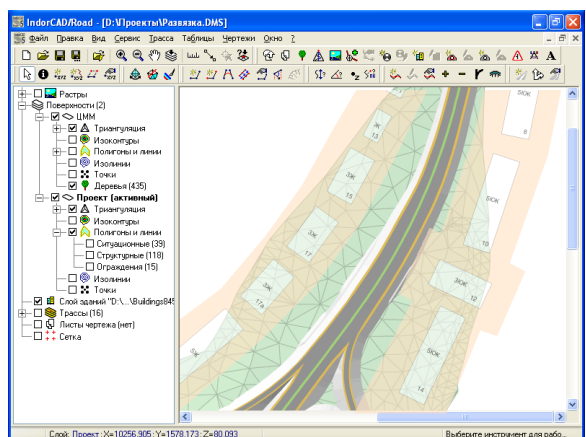


(б)

Рис. 2. Совмещение картографической информации и чертежей в среде IndorGIS

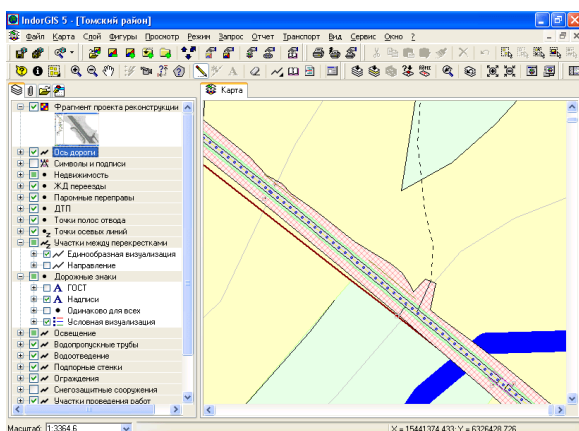


(a)

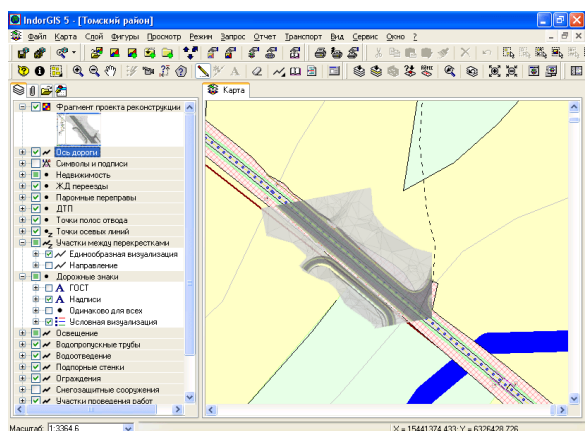


(б)

Рис. 3. Совмещение проектируемого участка дороги и данных из ГИС о застройке в среде IndorCAD/Road



(a)



(б)

Рис. 4. Совмещение обзорной карты и проектного решения по реконструкции в среде IndorGIS

– Единые информационные модели слоёв геоданных, применяемые как в ГИС, так и в САПР. Такие слои могут передаваться и параллельно обрабатываться в этих системах как в качестве исходных данных при соответствующих построениях (например в САПР – исходная модель рельефа, на основании ее строятся модели поперечного и продольного профиля трассы, а в ГИС на основе этой же модели можно проводить расчёты зон влияния, стока и т.п.). Новые слои могут формироваться и просматриваться в любой из этих систем (рис. 2–4).

– Единые информационные модели автомобильных дорог, применяемые на всех этапах. Основой данных моделей является представление предметной области в базе данных, где хранится вся информация о технических, геометрических, логических и темпоральных параметрах существующих, планируемых, проектируемых и строящихся автомобильных дорог. Все изменения в проектах, при паспортизации, эксплуатации отображаются в этой модели с применением механизмов конкурентных версий (CVS). На эту базовую модель «нанизываются» все остальные данные в процессе эксплуатации.

– Применение единообразных компонент в ГИС, САПР и информационной системе для отображения слоёв, геометрических построений и специальных инструментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скворцов А.В., Поспелов П.И., Бойков В.Н., Крысин С.П. Геоинформационные системы в дорожной отрасли. – М.: Информавтодор, 2005/2006.
2. Бойков В.Н., Федотов Г.А., Пуркин В.И. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог на примере IndorCAD/Road. – М.: МАДИ. – 224 с.
3. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998.
4. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы. / Пер. с англ. – М.: Дата+, 1999.

© С.А. Субботин, Д.С. Сарычев, А.В. Скворцов

СОДЕРЖАНИЕ

Лисицкий Д.В. Концептуальные положения создания и функционирования территориальных ГИС	3
Карпик А.П., Гуляев Ю.П., Реутов Ю.И. Об информационном обеспечении устойчивого развития Ханты-Мансийского автономного округа	9
Ivo Milev, Lothar Gruendig. Feature line extraction in laser scanning data	12
Медведев Е.М., Мельников С.Р., Середович В.А. Состояние и перспективы развития воздушного и наземного лазерного сканирования в России	19
Эрик Тайле. Новый метод совместной обработки топографической цифровой модели ландшафта и топографических карт в новой модели геоданных в Германии	28
Хорошилов В.С. Оптимизация выбора методов и средств геодезического обеспечения монтажа технологического оборудования.....	34
Пономарев Е.А., Хорошилов В.С. Системный подход в области классификации геодезических приборов.....	40
Буланов М.Ю. Оценка технического состояния сети автомобильных дорог Новосибирской области по результатам паспортизации и диагностики	45
Буланов М.Ю., Конкин А.В., Щербаков В.В., Барсук М.Н. Разработка системы планирования ремонта и эксплуатации автомобильных дорог по результатам мониторинга с использованием GPS	50
Зверев Л.А. Унифицированная система качества	53
Олейник А.М. Структуризация функций и целей геодезического контроля состояний инженерных объектов	58
Дьяков Б.Н., Родионова Ю.В. Проектирование надёжных геодезических сетей.....	62
Соболева Е.Л. Программы наблюдения на станции при нивелировании I класса цифровым нивелиром	66
Соболева Е.Л., Теплых А.Н., Хоменко Т.А. Влияние перемещения наблюдателя на положение штатива при выполнении высокоточного нивелирования цифровыми нивелирами	70
Щербаков В.В., Ковалева О.В. Развитие локальных реперных сетей для целей текущего содержания и ремонтов пути.....	75
Агейкин А.В., Щукина В.Н. Совершенствование методики определения крена одиночного сооружения башенного типа.....	78
Черепанов Д.А. Геодезический контроль прямолинейности подвесок топливных элементов реакторов РБМК.....	83
Черепанов Д.А. Геодезический контроль прямолинейности и вертикальности тракта технологических каналов реакторов РБМК ...	86
Медведев Е.М. Развитие цифровой аэрофототопографии в России и мире	88
Скрипников В.А., Скрипников А.В. К вопросу о повышении информативности и точности цифровых топографических планов масштаба 1: 5000	98

Федорова Н.В. О критериях, применяемых при поиске грубых ошибок измерений.....	100
Аврунев Е.И. Проблемные вопросы реконструкции геодезического обоснования города Новосибирска	105
Шкурин В.В. Проблемы и перспективы проведения работ по разграничению государственной собственности на землю в Новосибирской области.....	112
Дударев В.И. Построение пространственной векторной засечки.....	119
Чернова Л.И. Оконтуривание выпуклой границы триангуляции пикетов	121
Чернова Л.И. Интерполяция поверхности по методу полюсов.....	125
Хасенов К.Б., Калеева К.М., Рахымбердина М.Е. Ориентирование направлений михрабов мечетей в сторону Мекки.....	129
Мурзинцев П.П., Гринь Г.А. Геодезический мониторинг подводных переходов магистральных газопроводов	133
Середович В.А., Ферулев Д.А. Некоторые проблемы автоматизации обработки результатов геодезических измерений	137
Середович В.А., Ферулев Д.А. Перспективные средства сбора геодезической информации.....	140
Визгин А.А., Неволин А.Г. Обобщенный способ оценки точности геодезических сетей.....	143
Писарев В.С. Классификация справочно-картографических ГИС, общие понятия	146
Спесивцев М.В. Исследование отношений и поведения пространственных объектов в объектно-компонентной модели для хранения геопространственных данных.....	149
Кулик Е.Н., Алферова С.С. Создание ГИС-проекта маркетингового исследования объектов фоторынка г. Новосибирска.....	153
Пьянков С.В., Соболева Е.Б., Шавнина Ю.Н. ГИС «Гидротехнические сооружения Пермского края» для принятия управленческих решений по обеспечению безопасности населения от вредного воздействия вод	156
Симанов А.А., Пугин А.В. Применение современных геоинформационных технологий при хранении и обработке геолого-геофизических данных	159
Мазуров С.Ф., Пластинин Л.А., Корюгин Р.В. Научно-технические основы управления муниципальными образованиями (МО) Сибири (на примере территорий Прибайкалья)	163
Матвеев П.И. Создание WEB ГИС-атласа Мурманской области.....	171
Тагунова О.В. Применение ГИС и цифровой фотограмметрии при формировании универсальных и проблемно-ориентированных пространственных моделей местности.....	177
Силаков Д.М., Кривенко В.С. Интеграция информационно – телеметрических систем и распределенных вычислений при прогнозировании землетрясений.....	186

Карташов П.Н. Геоинформационная технология обеспечения пространственной информацией баз данных объектно-ориентированных систем	189
Козин Е.С., Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Применение ГИС-технологий для исследования пространственного распределения нефтей и их свойств	194
Ступин В.П. К вопросу о возможностях и проблемах применения ГИС-технологий при картографировании морфосистем	200
Пчельников Д.В. Использование технологии клиент-сервер в разработке прикладного программного обеспечения для работы с измерительным оборудованием	205
Неволин А.Г., Хатоум Т.С. Трехмерная карта города Новосибирска.....	208
Кацко С.Ю. Классификация и принципы работы геоинформационных WEB-серверов в интернет-системе «клиент-сервер».....	211
Хатоум Т.С. Программно-технический комплекс для трехмерного моделирования объектов местности	215
Басаргин А.А. Анализ методов построения цифровой модели рельефа на примере Ленинского района г. Новосибирска.....	219
Крысин С.П., Сарычев Д.С., Субботин С.А., Крысин П.С. Применение геоинформационных систем для инвентаризации и кадастра автомобильных дорог.....	222
Сарычев Д.С., Снежко В.В., Слюсаренко С.Г. Технология мониторинга электрических сетей с использованием геоинформационных систем	227
Субботин С.А., Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Интеграция технологий ГИС и САПР при создании информационной системы автомобильных дорог	232