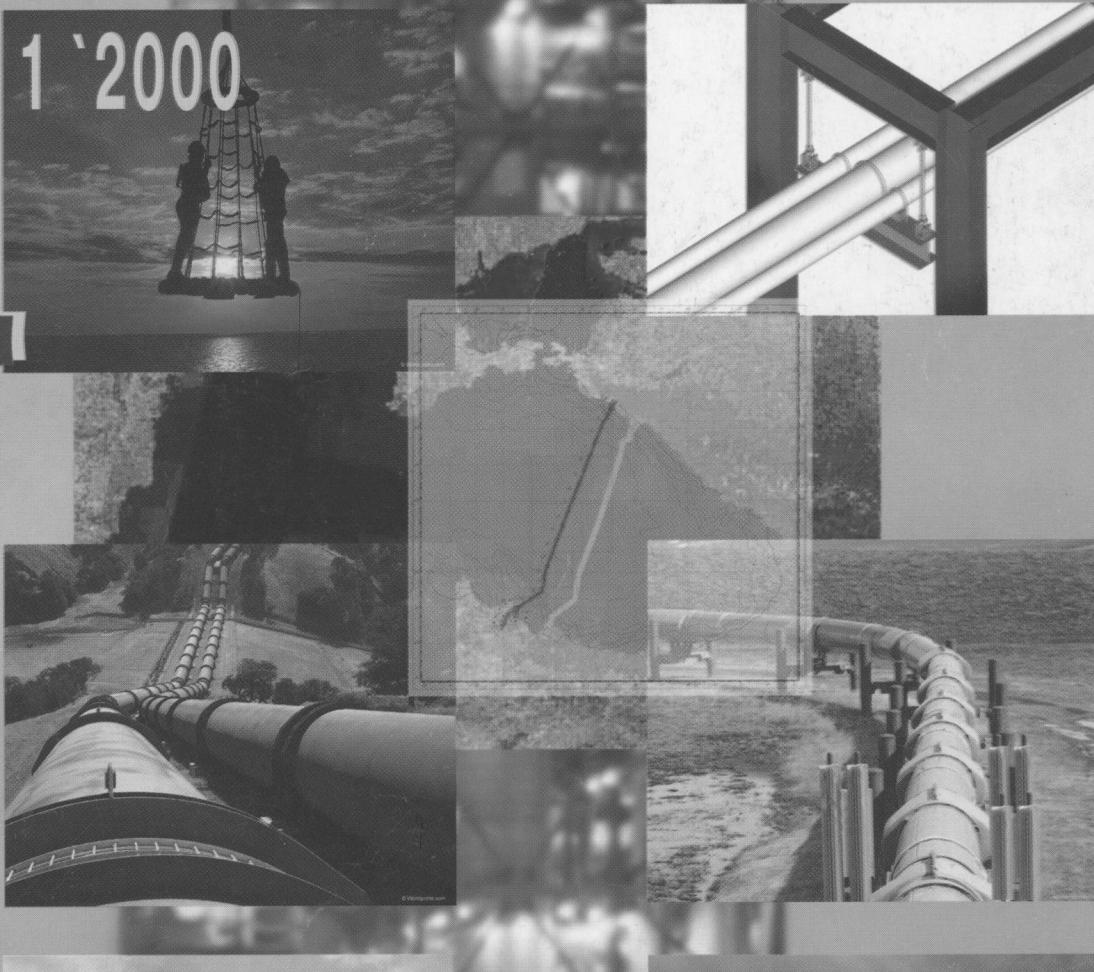


ГИС в строительстве и эксплуатации трубопроводов

ГИС



ГИС В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

В номере:

ПРОЕКТ «ГОЛУБОЙ ПОТОК»

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА MARINE PIPELINE STUDIO

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ РИСК-АНАЛИЗЕ ТРУБОПРОВОДОВ

стр. 6

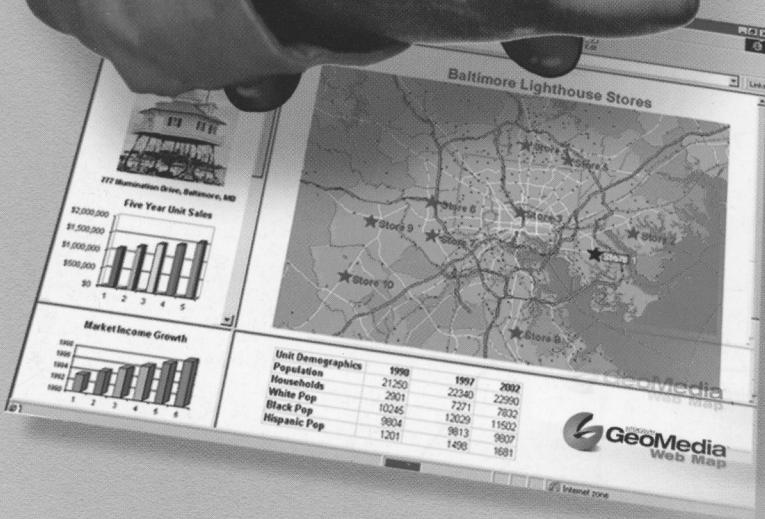
стр. 36

стр. 42

INTERGRAPH



INTERGRAPH
GeoMedia™



[Http://www.ingr.com/russia](http://www.ingr.com/russia)

КОМПАНИЯ АЭРОГЕОФИЗИКА

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР:

TRIMBLE NAVIGATION
LASER TECHNOLOGY
SPECTRA PRECISION
NIKON
SECO



ТАХЕОМЕТРЫ И НИВЕЛИРЫ
GPS ОБОРУДОВАНИЕ
КОНСУЛЬТАЦИИ
АКСЕССУАРЫ
ОБУЧЕНИЕ
АРЕНДА



ГАЗ И ГИС: ПЕРСПЕКТИВНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

Несколько лет назад один из известных специалистов в области геоинформационных технологий для нефтяной и газовой индустрии с иронией заметил: «ГИС не решают Ваши проблемы. В действительности они только создают такое множество новых проблем, за которыми Вы просто забываете о старых».

Эти слова отражают вечный конфликт между новыми технологиями и старыми традициями, между распространенными мнениями типа «труба - дело грубое» и сложнейшими задачами, которые приходится решать специалистам газовой отрасли в современных условиях.

Если посмотреть на карту газопроводов «Газпрома», то видно, что газовые проекты осуществляются на громадных территориях Земли, от холодной Арктики до палящих зноем пустынь, от высокогорных районов до ледяных морских глубин. Чтобы в этих условиях, в современном динамичном и разнообразном мире управлять сложными проектами и обеспечивать, в конечном итоге, наибольшую отдачу от использования далеко не безграничных природных ресурсов газа требуется:

- а) владеть реальной информацией,
- б) уметь своевременно и правильно ее анализировать,
- в) иметь инструменты для эффективной реализации решений.

Действительно, трудно найти другую отрасль, в которой базовые понятия и идеи современных геоинформационных технологий – «пространственные данные и объекты», «управление распределенными ресурсами», «единое информационное поле» – имели бы такое очевидное содержание и были наполнены конкретным смыслом.

Однако само по себе это не обеспечит автоматического решения практических задач отрасли. От идей до реального успеха долгий путь. Несмотря на всю «крутизну» современных компьютерных ГИС технологий, это всего лишь еще один инструмент, за появлением которого должна последовать огромная работа специалистов по решению бесконечного множества конкретных прикладных задач. Только успех в решении этих повседневных практических задач опровергает большие ожидания от использования ГИС технологий и стимулирует их полномасштабное применение в газовой индустрии. Все мы только в начале этого пути. Но дорогу осилит идущий. Появление подобных обзоров должно способствовать более глубокому пониманию специалистами специфики решаемых в газовой отрасли задач и стимулировать появление и внедрение новых идей и решений.

В. Резуненко
Член Правления «ОАО» Газпром»

ГИС-ОБОЗРЕНИЕ № 1'2000

Настоящий выпуск журнала посвящен вопросам применения геоинформационных систем в строительстве и эксплуатации наземных и подводных трубопроводов.

Представленные статьи рассматривают различные аспекты применения ГИС для управления такими сложными пространственно-распределенными объектами, каковыми являются магистральные трансконтинентальные трубопроводы. На протяжении всего жизненного цикла этих объектов – от изысканий до консервации – ГИС используются для решения трех основных задач: сбора, хранения и интерпретации технологической и природоресурсной информации, анализа и прогнозирования состояния трубопровода, поддержки принятия управляющих решений. Находящийся в единой ГИС-среде полный, достоверный, легко управляемый набор сведений о трубопроводе является ключевым элементом управления качеством проекта, контроля материальных ресурсов и достижения, как конечной цели, его высокой экономической эффективности.

Вопросам сбора оперативной природоресурсной информации о состоянии морского дна посвящена статья «Долговременный мониторинг подводных землетрясений и окружающей среды глубоководных районов» японских специалистов. Формально она не имеет прямого отношения к геоинформатике, однако она очень показательна в контексте задач получения ГИС-информации реального времени в высокосейсмичных зонах, похожих по своим геолого-тектоническим условиям морскому участку трассы трубопровода «Голубой поток».

Статьи «Проект «Голубой поток»: единая геоинформационная база данных как основа технологического проектирования и эксплуатации морских газопроводов» и «Применение интегрированных геоинформационных технологий для мониторинга состояния глубоководного участка газопровода «Голубой поток» представляют концепцию применения ГИС-технологий в строительстве и эксплуатации газопровода «Голубой поток», который является крупнейшим реализуемым в настоящее время проектом ОАО «Газпром» и предназначен для транспортировки природного газа в Турцию по дну Черного моря. Эти статьи представляют особый интерес прежде всего широтой и комплексным характером постановки задач геоинформационного обеспечения крупных проектов, что может стимулировать разработку и предложение новых наиболее адекватных подходов для их решения. Пример разработки специализированной геоинформационной системы для управления данными изысканий по проекту газопровода «Голубой поток» приведен в работе «Геоинформационная система Marine Pipeline Studio».

В статье «3С алгоритм геоморфологического анализа морского дна» описан опыт применения численных методов для оценки зон повышенного геориска на трассах подводных трубопроводов и кабелей. Эти алгоритмы могут использоваться для выявления экологически уязвимых зон при строительстве и эксплуатации трубопровода.

Статья белорусских специалистов «Геодезическое обеспечение сети магистральных трубопроводов республики Беларусь» посвящена топографо-маркшейдерским изысканиям коридоров трубопроводов России. В работе «Применение геоинформационных технологий для проектирования объектов добычи и транспорта ямальского газа» описывается опыт разработки специализированной информационной системы по объектам добычи и транспорта ямальского газа «СИС-Ямал».

О том, как начать разработку ГИС для строительства и эксплуатации трубопроводов опираясь на уже существующие в компании информационные технологии – такие, как системы управления электронным документооборотом, САПР или организационно – экономическая система SAP R/3 – рассказывается в статье «Как начать разработку ГИС для трубопровода». Концептуальным вопросам применения геоинформационных технологий в нефтегазовой промышленности посвящена статья ведущего специалиста компании Chevron «Использование ГИС в нефтяной индустрии».

Применению ГИС в системах управления надежностью трубопроводного транспорта посвящены статьи «Использование геоинформационных технологий при риск-анализе трубопроводов» и работа «Опыт создания системы оценки рисков на основе информационной модели трубопровода».

В заключение необходимо отметить, что журнал не охватывает, и не может охватить все элементы сложной мозаики, которая составляет картину применения ГИС в управлении сложными трубопроводными системами, но, как мы надеемся, дает основные контуры решаемых в этой области задач и проблем. Редакция планирует продолжить эту тему и сконцентрировать свои усилия на освещении целостной картины использования ГИС в данной области.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА НОМЕРА: ГИС В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ТРУБОПРОВОДНЫМИ СИСТЕМАМИ

Ю.А. Горянин, В.И. Резуненко, В.Е. Брянских, И.В. Мешерин, А.С. Федоров, Б.Л. Фейгин, А.Н. Блинков ПРОЕКТ «ГОЛУБОЙ ПОТОК»: ЕДИНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ КАК ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ ГАЗОПРОВОДОВ	6
В.С. Вовк, М.Е. Рыков, А.Н. Блинков ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГЛУБОКОВОДНОГО УЧАСТКА ГАЗОПРОВОДА «ГОЛУБОЙ ПОТОК»	11
Дэвид М. Фрай КАК НАЧАТЬ РАЗРАБОТКУ ГИС ДЛЯ ТРУБОПРОВОДА	14
Вильям Н. Уолли ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В НЕФТЯНОЙ ИНДУСТРИИ	17
А.С. Цвединский, В.С. Тужилкин, Б.В. Архипов, В.В. Солбаков, Н.Н. Михайлов, А.А. Воронцов, Л.В. Шершнева, Г.И. Дубиков ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА ЯМАЛЬСКОГО ГАЗА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	22
Х. Момма, Н. Фудживара, Ш. Сузки ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОДВОДНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГЛУБОКОВОДНЫХ РАЙОНОВ	26
Соломонов А.А., Мкртычян В.В., Бондарук Н.Ф., Пигин А.П., ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	30
Т. Бакирова ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ INTERGRAPH ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	33
Б.М. Малибашев ПРИМЕНЕНИЕ DGPS RTCM ДЛЯ ВЫНОСА В НАТУРУ БУРОВЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПРИ НАЗЕМНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	34
И.Р. Межуев ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА MARINE PIPELINE STUDIO	36
О.А. Блинкова «ЗС» АЛГОРИТМ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОРСКОГО ДНА	38
Дэвид Одом ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РИСК-АНАЛИЗЕ ТРУБОПРОВОДОВ	42
И.Р. Махкин, В.А. Нашубский ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТРУБОПРОВОДА	46
Intergraph и Bentley объединяют усилия для расширения рынков и увеличения экономического потенциала	50
Национальная картографическая корпорация в новое тысячелетие с новыми планами	52

Ольга Блинкова

© ООО «ГИС-обозрение» 2000

О Т О Г
С О Б Х О Л

Ю.А. Горянинов, В.И. Резуненко, В.Е. Брянских, И.В. Мещерин (ОАО «Газпром»),
А.С. Федоров, Б.Л. Фейгин (ЗАО «Петергаз»), А.Н. Блинков (ЗАО «Интари»)

ПРОЕКТ «ГОЛУБОЙ ПОТОК»: ЕДИНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ КАК ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ ГАЗОПРОВОДОВ

Новый шаг в развитии Газпрома

За свою более чем 70-летнюю историю «Газпром» построил и эксплуатирует крупнейшую в мире сеть сухопутных магистральных газопроводов. Компания имеет огромный технологический опыт и является признанным мировым лидером в строительстве объектов газового хозяйства в экстремальных условиях Арктики, в среднеазиатских пустынях, в горной местности и в руслах рек. В настоящее время компания сделала принципиально новый шаг и приступила к сооружению первого в своей истории морского магистрального газопровода, который будет обеспечивать экспорт российского газа в Турцию. Несколько лет проект «Голубой поток» служил предметом оживленных дискуссий экспертов всего мира, и вот в начале 2000 года черта всем сомнениям была подведена: началось строительство газопровода.

Однако, как это часто случается в истории, проблема отсутствия у «Газпрома» собственного технологического опыта строительства морских газопроводов в сочетании с высокой сложностью проекта дает редкую возможность «с чистого листа» приступить к созданию новой высокоэффективной технологии управления такими проектами, которая будет в полной степени использовать мировые достижения в газовой индустрии и которая не обременена стереотипами и необходимостью использовать «исторически» сложившиеся палиативные решения.

Одним из центральных элементов такой технологии является единая геоинформационная база данных, являющаяся основой управления проектом на протяжении всего его жизненного цикла – начиная с инженерных изысканий, рабочего проектирования, строительства и эксплуатации, вплоть до его консервации и демонтажа.

Геоинформационные технологии

Постоянно расширяющееся распространение геоинформационных технологий обусловлено тем, что они позволяют в ясной, наглядной форме во взаимосвязанном виде предоставить всю необходимую информацию по проекту: карты, схемы, чертежи, расчеты, документы и т.д. Они позволяют легко найти, обобщить и проанализировать всю относящуюся к конкретному вопросу информацию, быстро и качественно сделать необходимые расчеты. Относительно решений, принимаемых в рамках такой технологии, всегда известно, каким образом, на основании какой исходной информации и кем оно принято.

Реализация любого крупного проекта включает в себя планирование и организацию работ, руководство проектом и его мониторинг. Использование геоинформационных технологий обеспечивает повышение качества и эффективности каждого из перечисленных видов работ, в частности:

- на этапе предпроектного анализа при рассмотрении альтернативных схем реализации проекта позволяет систематично представить всю исходную природную и ресурсную информацию во взаимосвязанном виде в полном объеме;
- на этапе анализа возможностей строительства обеспечивает доступ к всем деталям проектной документации, нормативной и юридической информации, исходным данным и результатам технико – экономических расчетов;
- на этапе технологического проектирования позволяет организовать сравнение и совместную работу многих специалистов по последовательному уточнению и углублению проектных решений.

Дизайн-студия газопровода

Ядром геоинформационной базы данных газопровода является постоянно пополняемое и эффективно администрируемое электронное хранилище, в котором содержится вся техническая информация по проекту. На каждом этапе реализации проекта на основе этих данных с помощью специальных приложений решаются различные проектные, технические и управленические задачи. По характеру этих задач все приложения можно условно разделить на несколько основных блоков:

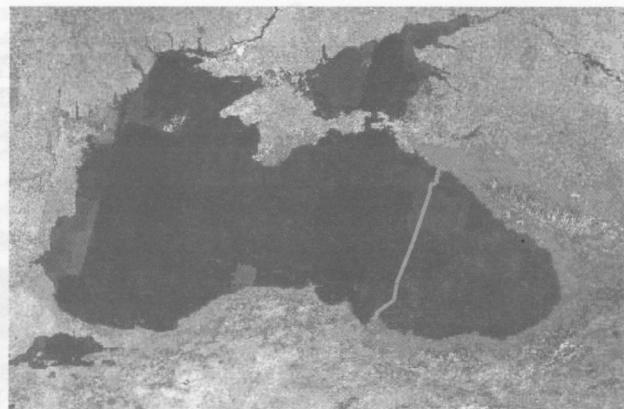
1. блок геоинформационных приложений,
2. блок гидравлических расчетов,
3. блок автоматизированного проектирования (САПР),
4. блок анализа рисков,
5. блок экономического анализа,
6. блок взаимодействия с АСУ ТП (SCADA).

Большинство конкретных задач имеет комплексный характер и требует для своего решения совместного использования приложений из нескольких перечисленных блоков. Удобным инструментом для проектировщика может быть специализированный программный продукт – дизайн-студия трубопроводов, представляющая собой интегрированные в единую оболочку геоинформационную базу данных и приложения 1-5 из приведенного списка. В процессе разработки, выполняемой с помощью перечисленных приложений, происходит наполнение геоинформационной базы данных различной проектной информацией, которая в последующем используется и пополняется при строительстве и эксплуатации трубопровода. Таким образом формируется динамически развивающаяся модель трубопровода – базовый инструмент для его эксплуатации.

Преимущества при выборе оптимального варианта

Проиллюстрируем преимущества единой геоинформационной базы данных на возможных сценариях ее использования

Рис. 1. Трасса морского участка газопровода «Голубой поток»



для решения нескольких специфических задач проектирования и управления газопроводом.

Одной из таких задач является проведение морских инженерных изысканий и технологического проектирования, в результате которых выбирается трасса газопровода, определяются гидравлические параметры, формируются требования к параметрам и материалам трубы, изоляции и анодов, выполняются оценки воздействия окружающей среды на газопровод и газопровода на окружающую среду.

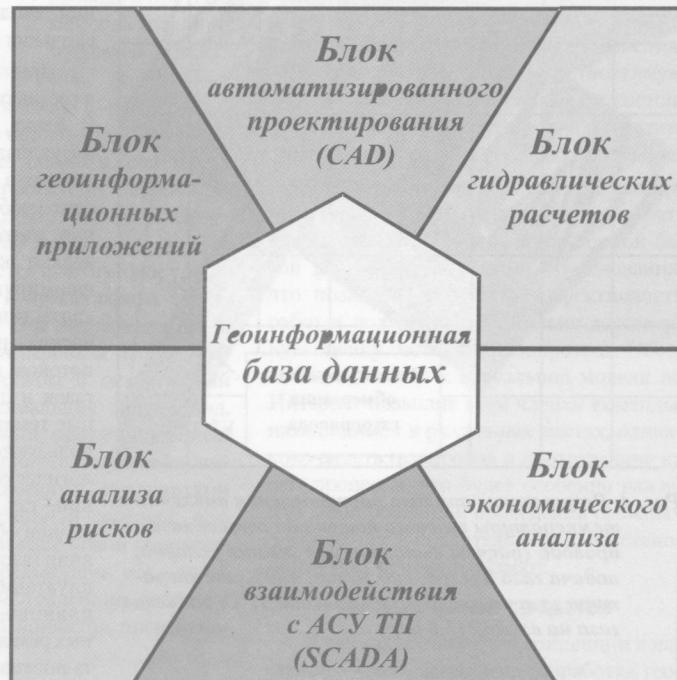
Правильный выбор трассы газопровода является основным фактором, обеспечивающим безопасность и надежность эксплуатации системы. При этом окончательное решение принимается после анализа параметров природной среды, оптимизации технологических решений и выполнения экономических расчетов по каждому варианту.

Исходные данные для выбора трассы собираются в ходе архивных исследований

и морских сурвейерских работ. Эти данные добываются с помощью различных методов и технологий, имеют разные формы предоставления информации (изображения, чертежи, графики, таблицы, тексты), представлены в различных форматах и записаны на различных носителях. Вся эта информация, как показывает практика, ее объем только по одному проекту может достигать нескольких терабайт, должна быть систематизирована и помещена в геоинформационную базу данных.

На этапе планирования и проведения изыскательских работ использование геоинформационной базы данных позволяет четко сформировать цели, организовать эффективный контроль качества за счет конкретизации требований на каждом этапе работ и возможности оперативного контроля поступающей информации, снизить затраты на изыскания за счет исключения дублирующих работ и их более эффективного планирования.

Рис. 2. Основные модули геоинформационной базы данных газопровода



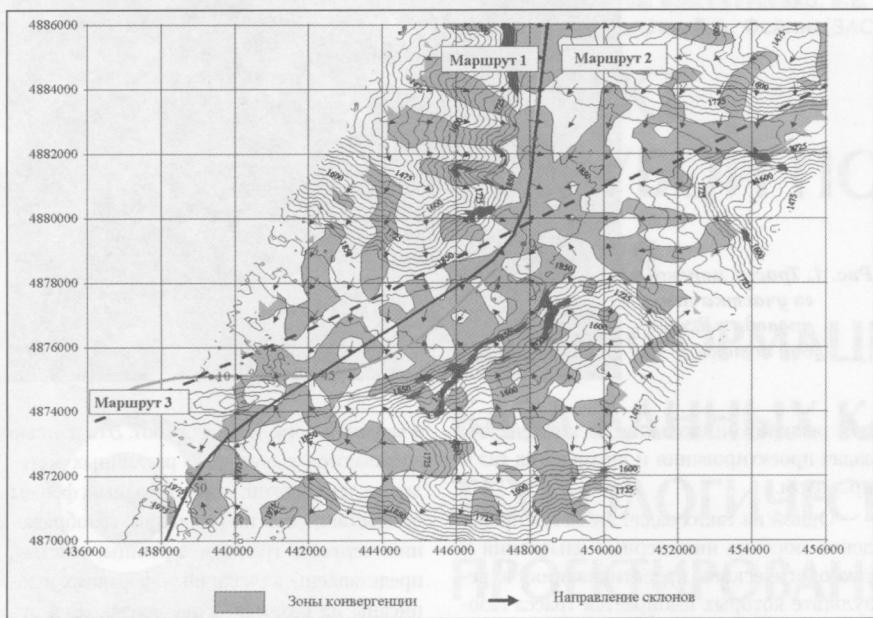


Рис. 3. Фрагмент геоморфологической карты склонов в нижней части российского континентального склона

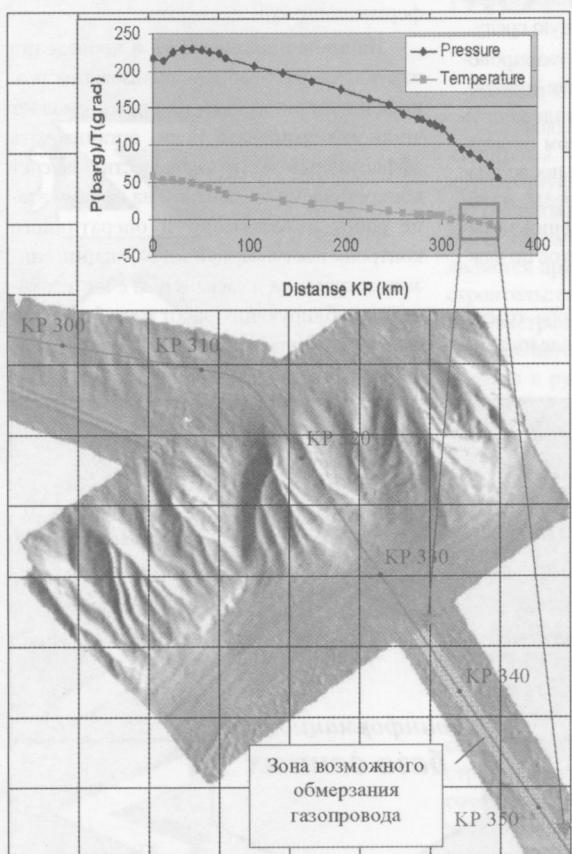


Рис. 4. Результаты анализа распределения давления и температуры газового потока по трассе газопровода (расчет выполнен для зимних условий, подача газа 8 млрд. куб.м/год. +30%, температура газа на входе трубопровода 57°C, давление газа на входе 217.6 бар)

Аналитические приложения из блока САПР используются для проведения численного анализа пространственно-зависимых характеристик газопровода типа расчета длины свободных пролетов, устойчивости трубы на склонах, заглублений трубы в грунт.

Приложения из блока гидравлических расчетов обеспечивают оптимизацию проектных параметров газопровода, расчет давлений и температурных режимов для различных сценариев транспортировки газа. Расчеты ведутся на основе хранящейся в геоинформационной базе данных информации по пространственному расположению газопровода и условиям окружающей среды для каждого из его участков. Расчет стационарных и переходных режимов газопровода ведется одновременно по набору нескольких апробированных гидравлических моделей, разработанных разными компаниями применительно к условиям, близким по составу газа и давлениям к используемым в данном проекте, что снижает риск ошибок. При вводе газопровода в эксплуатацию выполняется съемка фактического положения трубы и натурные замеры состояния газопровода при различных входных и выходных параметрах газового потока. На основании полученных данных проводится корректировка и верификация используемых гидравлических моделей, которые в последующем используются для прогнозирования и оценки состояния газопровода в различных режимах его эксплуатации.

Решение прогностических задач

Упорядоченное хранение и последовательная обработка исходных данных и результатов изысканий с помощью набора различных приложений позволяют сформировать в геоинформационной базе целостный набор данных для всех этапов проекта: инвестиционного замысла, обоснования инвестиций, рабочего проектирования, строительства и эксплуатации газопровода.

С началом эксплуатации газопровода геоинформационная база данных используется в оперативном режиме, в том числе для решения прогностических задач типа «что, если». Проиллюстрируем это на примере анализа работы газопровода в критических режимах.

Предположим, что по каким-то обстоятельствам потребитель отбирает больший объем газа, чем это предусмотрено проектными режимами. Для принятия решения в диспетчерском центре об изменении режима работы компрессорной станции или отключении газопровода необходимо спрогнозировать последствия такой ситуации и оценить степень ее риска с учетом инерционности системы.

Первый шаг анализа заключает в расчете нового гидравлического режима рабо-

ты газопровода с помощью блока гидравлических расчетов. Исходные данные для расчета берутся из системы SCADA и из геоинформационной базы данных. Из системы SCADA берутся параметры газового потока: состав газа, его температура, давление и расход на входе газопровода. Из геоинформационной базы данных извлекаются параметры, характеризующие текущее состояние газопровода. Это теплопроводность грунта дна и фактическая глубина погружения трубы в грунт дна или илы, шероховатость внутренней стенки, теплопроводность стенки трубы, температура грунта и воды и др. Значения этих параметров имеют существенно различные значения для различных участков газопровода и меняются с течением времени (трубопровод может погружаться в грунт или «всплывать», может изменяться состав и параметры транспортируемого газа и др.), причем модели изменений также имеют ярко выраженный пространственный контекст. Необходимые для расчетов параметры окружающей среды (температура воды или грунта, скорость и направление течений) также изменяются вдоль трассы и имеют сезонные зависимости.

В геоинформационную базу данных параметры текущего состояния газопровода и окружающей среды поступают от подводных роботов, оборудованных специальным диагностическим оборудованием, от снарядов внутритрубной инспекции и от стационарных систем мониторинга. Отсутствующие на момент расчета параметры прогнозируются с помощью специальных моделей.

Следующим шагом является определение, к каким изменениям окружающей среды (ложа газопровода) приведет изменение гидравлического режима. Произойдет ли обмерзание грунта, в который погружена труба, какова динамика обмерзания и как будет меняться объем намерзшего грунта? Какие дополнительные нагрузки будут действовать на газопровод? Эта задача решается с помощью геоинформационных и САПР-приложений.

Дальнейший шаг – оценка риска. Требуется оценить, какова вероятность потери устойчивости/целостности трубопровода за счет дополнительных нагрузок, к каким последствиям может привести снижение устойчивости трубы при снижении температуры, в том числе с учетом архивных данных, позволяющих использовать данные о

похожих случаях в прошлом. Это задача решается с помощью приложений из блока оценки рисков.

Совокупность результатов проведенного анализа может использоваться для выбора оптимального режима работы газопровода в конкретной сложившейся ситуации и в этом смысле обеспечивает поддержку принятия решения персоналом диспетчерского центра.

Динамически развивающаяся модель

В общем случае геоинформационная база данных по проекту представляет собой наиболее полную динамически развивающуюся модель конкретного газопровода. Основным источником пополнения и уточнения этой модели является проведение регулярных обследований и мониторинг состояния газопровода. Очевидно, что единственно приемлемый способ обследования на глубинах более 2 км заключается в использовании глубоководных телекоммуникационных роботов (ROV), оборудованных видеокамерами и специальным диагностическим оборудованием, а также снарядов внутритрубной дефектоскопии.

Информация, поступающая от каждого вида оборудования локально и представлена в специфической форме. По отдельным фрагментам трудно воссоздать общее развитие ситуации. Для того, чтобы получить целостную картину состояния газопровода и протекающих на трассе газопровода процессов, полученные

данные вводятся в геоинформационную базу. Специальные приложения интерпретируют полученные данные в сопоставлении с имеющейся проектной информацией и данными предшествующих обследований и синтезируют визуальную среду, в которой отображается фактическое состояние газопровода и прилегающих участков морского дна. Эта визуальная среда должна быть спроектирована таким образом, чтобы все службы и оперативный персонал, обслуживающие газопровод, имели интерактивный, ориентированный на командное восприятие визуальный интерфейс с поступающими результатами обследования. Основной задачей при этом является сравнение новой информации с данными предыдущих обследований и определение тенденции развития процессов с целью принятия превентивных действий.



Рис. 5. Фрагмент 3-D изображения трассы газопровода, реконструированного по результатам изысканий российского склона

Оптимизация процесса принятия решений

Реализация системы на базе последних достижений в телекоммуникационных и компьютерных технологиях делает возможным проведение обследования газопровода в реальном масштабе времени. Процесс принятия решений при проведении обследований в данном случае существенно изменяется. Обычно подготовка к обследованию выполняется последовательно разными специалистами. Затем операторы подводных телекоммуникационных роботов реализуют программу обследования и записывают полученные результаты на магнитные носители. Эти данные передаются специалистам по трубопроводным системам, которые проводят их дешифрирование, интерпретацию и дают свои заключения. В такой схеме при обнаружении неоднозначных ситуаций требуется проведение дополнительной дорогостоящей инспекции и интерпретации результатов.

Интегрированная визуальная технология позволяет решать задачу обследования в реальном времени комплексно единой командой различных специалистов. План работ в этом случае полностью динамичен и может быть в любой момент изменен, что дает возможность оперативно его оптимизировать. Линии связи между подводными роботами и диспетчерским центром позволяют обеспечить двухсторонний поток информации между персоналом, обеспечивающим принятие решений, и операторами, ведущими управление роботами и сбором данных.

В такой схеме данные реального времени сразу поступают в геоинформационную базу данных по проекту, обрабатываются специальными приложениями и используются для корректировки параметров, описывающих состояние газопровода. Далее с помощью программ визуализации специалисты получают усовершенствованную картину газопровода в его новом состоянии, которая используется для оперативного управления процессом обследования.

Таким образом, через процесс усовершенствования модели замыкается обратная связь между геоинформационной базой данных и средствами обследования, что позволяет повысить эффективность работ и получить максимально достоверную оценку состояния газопровода. Обеспечение доступа к визуальной модели по Интернет позволит всем членам команды, находящимся в различных местах, одновременно видеть газопровод и протекающие на нем процессы, что будет особенно важно при планировании и проведении сложных планово предупредительных и восстановительных ремонтных работ.

Программные средства

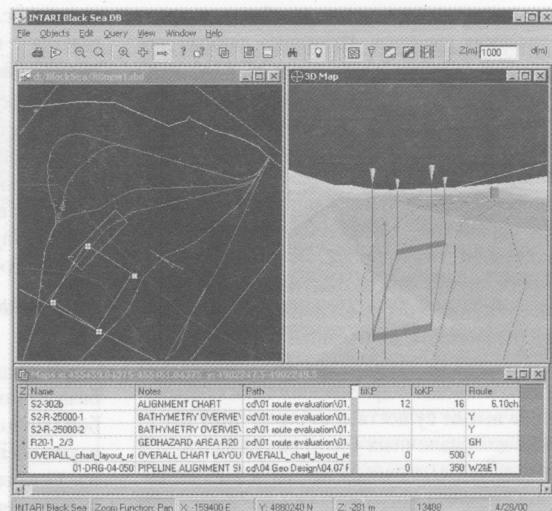
В рамках изложенной концепции в настоящее время завершена разработка гео-

информационной базы детальных изысканий трассы и результатов технологического проектирования газопровода «Голубой поток». В основу ее архитектуры положены принципы организации компьютерной сети Интернет/Инtranет. Выбор такого решения обусловлен следующими соображениями:

- необходимостью обеспечить многоуровневый доступ к ней различных, в т.ч. территориально удаленных организаций и экспертов ОАО «Газпром» и его подрядных организаций;
- возможностью расширять и совершенствовать базу данных без изменения и остановки функционирования ее существующих элементов;
- необходимостью обеспечить эффективное использование хранящейся в базе информации пользователями с самой различной подготовкой в области компьютерной грамотности – от начальной до профессиональной.

Ядром геоинформационной базы данных является Интернет-сервер, на котором вся информация о проекте хранится как в исходном, так и в обработанном виде. Исходная информация представлена в виде оригинальных документов, подготовленных исполнителями с использованием большого числа различных форматов. В обработанном виде вся информация систематизирована по типам и имеет географическую привязку. Для поиска требуемой информации в базе данных, ее просмотра и анализа, разработан специальный картографический вьюер, загружае-

Рис. 6. Графический интерфейс геоинформационной базы данных (запрос поиска карт по российскому склону)



мый в Internet Explorer. Одной из его особенностей является использование языка VRML для синтеза 3-D карт-схем, отображающих расположение и общий вид имеющихся данных на реальном рельефе трассы газопровода. Любые выбранные с помощью вьюера данные могут быть загружены в клиентскую машину для дальнейшей обработки и анализа.

К настоящему моменту геоинформационная база данных по проекту «Голубой поток» содержит несколько тысяч документов и файлов данных общим объемом около 100 ГБ.

При разработке геоинформационной базы данных по проекту «Голубой поток» соблюдался принцип максимальной неза-

висимости программных средств от содержательной части проекта, что позволит с минимальными затратами использовать разработанное программное обеспечение в ходе реализации других перспективных проектов ОАО «Газпром».

На основе сформулированных подходов и реализованных элементов геоинформационной базы данных разрабатывается пакет специальных прикладных программ, который может быть полезным для решения широкого спектра задач проектирования и эксплуатации морских и сухопутных газопроводов.

КАК STATOIL ИСПОЛЬЗУЕТ ГИС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Геоинформационная система SITRAS 2 была разработана норвежской компанией GEODATA по заказу Statoil для анализа и управления сетью подводных газопроводов в Северном море.

Основной предпосылкой создания системы было то, что океанские течения и изменения в рельефе морского дна могут наносить значительные повреждения подводным трубопроводам, которые, в свою очередь, приводят к нарушению договорных обязательств компаний, дорогостоящим ремонтам и загрязнению окружающей среды. Как крупнейшему оператору трубопроводов в Северном море, компании необходимо ежедневно осуществлять безостановочную подачу газа потребителям, что в свою очередь означает, что трубопровод должен находиться в рабочем состоянии.

Для того, чтобы получить информацию о текущем состоянии трубопровода, Statoil и ее подрядчики используют телевизуемые подводные аппараты, гидролокаторы бокового обзора и видеокамеры. Это позволяет проводить мониторинг подводных трубопроводов и, одновременно, производить слежение за условиями окружающей среды, изменения в которых могут привести к повреждениям трубопровода.

Необходимость в создании SITRAS 2 появилась в момент, когда стало ясно, что объемы информации о трубопроводе и окружающей среде, которые нужно хранить и обрабатывать, колоссальны. В первой половине 90-х, когда было принято решение о строительстве дополнительных 1860 миль трубопровода по дну Северного моря, выяснилось, что используемая до этого информационная система не будет способна справиться с увеличением объема данных и возросшими требованиями к их анализу. Новой системой стала SITRAS 2, использующая геоинформационные технологии для ввода, анализа и отображения данных. Система разрабатывалась на базе ГИС ARC/INFO для рабочих станциях IBM RISC 6000 и начала свою работу в конце 1995 года. SITRAS 2 является одним из первых успешных проектов такого рода.

До 1995 года все данные о сети трубопроводов Statoil хранились в базе данных SOLDS отдельно для каждого из 40 футовых сегментов трубопровода. Много информации хранилось просто на бумаге. Разработка SITRAS 2 позволила облегчить обнаружение места возникновения аварии, обеспечивая при этом доступ к информации об окружающей среде, инспекционных изысканиях и истории аварий на этом участке в прошлом. Вся информация хранится в базе данных под управлением СУБД Oracle. ГИС интегрирована с системой управления электронным документооборотом, таким образом, документы, которые ранее были напечатаны на бумаге, могут просматриваться одновременно с соответствующими географическими картами и диаграммами. В результате проведения каждой инспекции трубопроводов Statoil получает новую порцию данных о состоянии трубопровода и окружающей среды, которая записывается в базу данных.

Целью разработки SITRAS 2 было собрать всю информацию о трубопроводе в электронном виде, обеспечить быстрый доступ к данным и представлять их в виде, удобном для восприятия специалистами. Для оценки того, как трубопровод будет вести себя в определенных условиях, ГИС использует архив событий, уже случавшихся раньше, и проводит сравнительный анализ условий окружающей среды и параметров трубопровода в сходных ситуациях. Таким образом, по мере накопления сведений по ходу эксплуатации трубопровода, точность анализа системы повышается.

Информация, обеспечиваемая SITRAS 2, используется для планирования времени и места инспекционных изысканий. Кроме того, ГИС позволяет работать с другими компаниями, которые планируют вести хозяйственную деятельность в районе трубопровода, поскольку SITRAS 2 позволяет оценить возможные опасности от планируемой деятельности других компаний.

По материалам статьи «*Statoil using GIS technology to manage offshore network*», Kjelle Ole Pedersen, Johannes Stavland, Statoil and Angus Wood, ESRI, PIPE LINE & GAS INDUSTRY. (C) 1997 Gulf Publishing Company. Авторизованный перевод Ольги Блинковой, PCWeek/RE

В.С. Вовк, М.Е. Рыков (ОАО «Газпром»), А.Н. Блинков (ЗАО «Интари»)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГЛУБОКОВОДНОГО УЧАСТКА ГАЗОПРОВОДА «ГОЛУБОЙ ПОТОК»

Морская трубопроводная газотранспортная система «Голубой поток» должна обеспечить подачу российского газа в Турцию в объеме до 16 млрд. куб. м в год. Основная ее часть, протяженностью около 400 км, будет проложена по дну Черного моря от п. Джубга до г. Самсун на глубинах более 2000 м.

Эта система является уникальным по сложности подводным инженерным сооружением, что определяется особенностями природных условий на трассе – изрезанностью рельефа материковых склонов, нестабильностью морского дна, большим внутренним и внешним давлением, высокой агрессивностью водной среды.

Важным условием обеспечения безопасной эксплуатации такого сложного и

дорогостоящего подводного сооружения является организация непрерывного мониторинга технического состояния линейной части газопровода и окружающей его морской Среды.

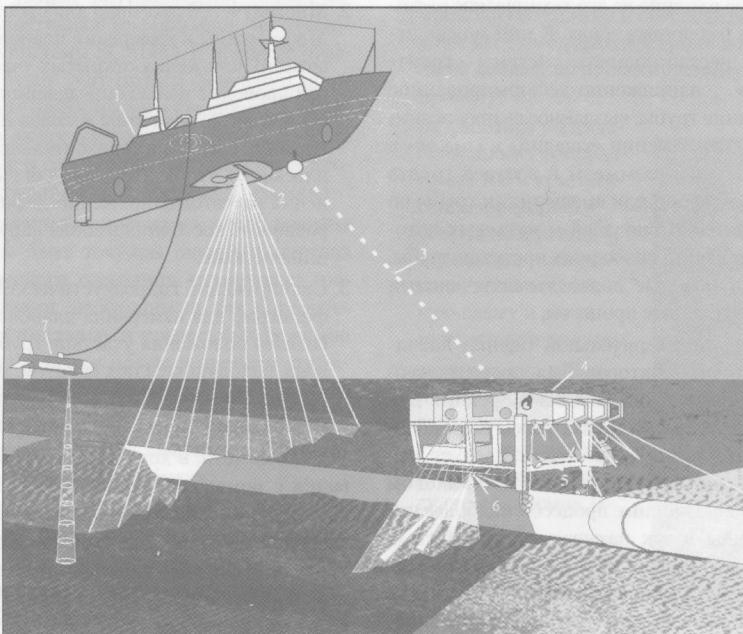
Мониторинг технического состояния глубоководного участка газопровода «Голубой поток» рассматривается как взаимосвязанный комплекс следующих организационно-технических мероприятий:

- контроль за проведением изысканий и создание геоинформационной базы результатов изысканий трассы газопровода;
- контроль за укладкой газопровода и качеством выполнения основных технологических операций при его строительстве;
- регулярное обследование технического состояния газопровода в ходе его эксплуатации;
- анализ информации о состоянии трубопровода с целью оценки возможности поддержания проектных режимов его эксплуатации и планирования профилактических работ.

Контроль изысканий и создание геоинформационной базы данных

Контроль качества изысканий и сбор исходной информации о состоянии трассы газопровода осуществлялся специалистами – супервайзерами ОАО «Газпром», которые постоянно присутствовали на судах, выполнивших предварительные и детальные изыскания трассы газопровода. Для изучения фактического состояния трассы и анализа воздействия на газопровод различных факторов окружающей среды ЗАО «Интари», по заказу ОАО «Газпром», разработало прикладную геоинформационную базу данных, в которую помещены все доступные на настоящий момент первичные и обработанные результаты предварительных изысканий. Общий объем

Рис. 1. Проведение инспекции подводного трубопровода



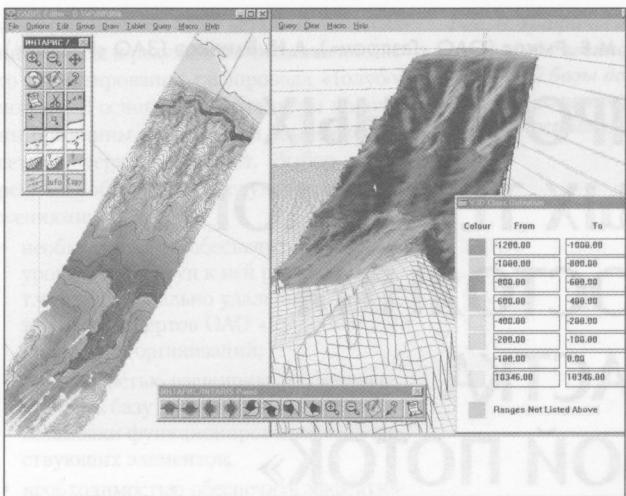


Рис. 2. Результат запроса к базе данных изысканий (российский прибрежный участок)



Рис.3. Сюрвейерное судно «Академик Голицын» выполняет операции с ROV (фотомонтаж)

информации, хранящейся в базе данных, составляет около 6 Гигабайт. Структура базы данных реализована в виде двух взаимодействующих модулей: геоинформационной системы Caris и системы управления базами данных Microsoft SQL Server 6.0.

Геоинформационная система Caris обеспечивает хранение, обработку и отображение распределенных послойно пространственных данных, в состав которых входят батиметрические карты морского дна по трассе, карты геологического строения дна, гидроакустические изображения дна и сейсмоакустические разрезы, схемы трассы газопровода с обозначением дистанционных пикетов, места отбора проб грунта и гидрологических станций, береговая черта с элементами навигационной карты (кабели, якорные стоянки, навигационные знаки), зоны предполагаемых геологических опасностей (оползни, потоки осадков, выходы природного газа) и дополнительная информация (дублирующие данные глубин и альтернативная интерпретация грунтов).

Система управления базами данных обеспечивает эффективное хранение и обработку атрибутивной информации, в том числе первичных батиметрических дан-

ных в формате XYZ, таблиц с текстовой и цифровой информацией, относящейся к отобранному объекту или полигону, данных о температуре и солености воды, описаний проб грунта дна и текстов отчетов.

Инструментальные средства геоинформационной базы данных позволяют:

- провести обработку, численный анализ и инженерные расчеты с использованием всех имеющихся результатов изысканий и подготовить требуемую информацию в виде карт, графиков и таблиц;
- реконструировать внешний вид трассы с расположенным на ней элементами газопровода и рассмотреть любой ее участок с различных направлений и в любом масштабе.

Анализ особенностей природных условий на трассе газопровода

Большой перепад глубин и разнообразие геологического строения морского дна вдоль трассы газопровода предопределяют различный характер тех негативных факторов, которые будут оказывать доминирующее влияние на его техническое состояние в различных зонах. К ним можно отнести нестабильность системы «грунт-труба», напряженно-деформированное состояние трубы, вызванное ее провисанием при пересечении «щелей» и «пиков» в рельфе дна, размывом и эрозией грунта дна под трубой или смещениями трубы по воздействию оползней и мутевых потоков, вибрации свободных пролетов трубы, индуцированные подводными течениями и коррозионные процессы.

Для предварительной оценки значимости этих факторов был проведен геоморфологический анализ морского дна вдоль российской части трассы газопровода, из которого, в частности, следует, что на российском шельфе и материковом склоне эрозионные процессы наиболее интенсивны в так называемых транзитных зонах – областях резкого изменения геологического строения морского дна. Для различных участков трассы оценена мощ-

ность аккумулятивных потоков, характеристики неоднородностей рельефа трассы типа «щелей» и «пиков», распределения крутизны склонов.

Полученные результаты подтверждают, что с точки зрения воздействия негативных факторов окружающей среды различные участки газопровода будут находиться в существенно разных условиях, что должно учитываться при разработке технологической схемы и регламента проведения мониторинга его технического состояния. При этом оптимизации подлежат как состав контролируемых параметров, так и периодичность и степень детальности обследования.

Технология мониторинга технического состояния

Для внешнего обследования глубоководного участка газопровода планируется использовать привязной телеуправляемый подводный аппарат (ROV). В процессе обследования ROV будет двигаться вдоль трассы газопровода на небольшом расстоянии от трубы и выполнять различные виды съемки газопровода и замеры параметров, необходимые для оценки его технического состояния.

Анализ условий на трассе газопровода позволяет определить следующий состав базового оборудования, предполагаемого к установке на ROV:

1. Комплект видеокамер для осмотра открытого лежащих на поверхности дна участков газопровода с целью обнаружения зон эрозии и размыва грунта, наносов и навалов грунта, погружения трубы в грунт, провисаний трубы, смятий и деформаций оболочки трубы, повреждения или потери опор, весовой изоляции или элементов электрохимической защиты.
2. Многолучевой эхосонар для съемки рельефа трассы и измерения планово-высотного положения открытых участков газопровода с целью определения длины пролетов, величины изгибов и провисаний, сдвигов в горизонтальной плоскости, что необходимо для выполнения расчетов напряженно-деформированного состояния в зонах нарушений его ложа.
3. Сканирующий гидроакустический профилограф для измерения планово-высотного положения участков трубопровода, находящихся под грунтом дна, проложенных в траншее, заиленных, занесенных или погрузившихся в илы.

Кроме того, в ходе внешнего обследования с помощью специальных датчиков должны измеряться уровень вибраций свободно висящих участков газопровода, уровень защитного потенциала, температура наружной поверхности стенки трубы и другие параметры.

Сопоставление результатов внешнего обследования состояния газопровода с информацией, получаемой методами внутритрубной диагностики, будет являться основой для выработки рекомендаций по предельным и оптимальным режимам транспортировки газа.

В качестве судна-носителя ROV планируется использовать принадлежащее ОАО «Газпром» научно-исследовательское судно «Академик Голицын», для чего в настоящее время проводится его модернизация, включающая установку системы динамического позиционирования, систем спутниковой и подводной навигации, бортового вычислительного комплекса, средств космической связи. На начальном этапе эксплуатации для управления собственно ROV будет привлечена компания-оператор, имеющая необходимый опыт обследования глубоководных инженерных сооружений. В последующем ОАО «Газпром» планируется перейти к выполнению этих работ собственными силами.

Комплексная геоинформационная система по проекту

Ядром системы мониторинга газопровода будет являться комплексная геоинформационная система по проекту, так называемая ГИС «Голубой поток – Море». Эта ГИС должна обеспечивать оперативное формирование и использование информационной модели морского участка газопровода – единой, хорошо управляемой, легко доступной базы всех существующих данных по газопроводу, окружающей его среде и истории его эксплуатации.

В этой ГИС будут храниться, обрабатываться и анализироваться все первичные данные, получаемые в ходе эксплуатации газопровода (результаты внешних обследований, данные внутритрубной диагностики, оперативная информация, поступающая из системы SCADA). В процессе обработки будет учитываться фоновая и историческая информация о газопроводе, полученная на предшествующих этапах проекта (данные о состоянии трассы, рабочий проект, результаты исполнительной съемки).

Конечным результатом этого анализа должны быть текущая оценка и прогноз технического состояния газопровода, рекомендации, необходимые для определения оптимальных и предельных режимов перекачки газа и планы и проекты технического обслуживания трубопровода и его повторной диагностики.

Основными пользователями ГИС «Голубой поток – Море» будут:

- компании, ведущие эксплуатацию и техническое обслуживание газопровода;
- научные и проектные организации ОАО «Газпром»;

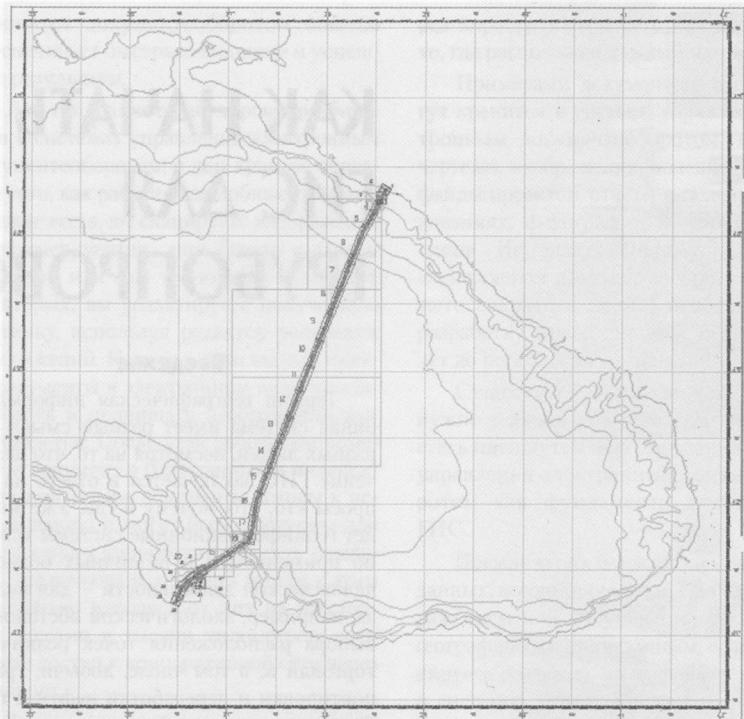


Рис. 4. Трасса морского участка трубопровода «Голубой поток»

- органы управления ОАО «Газпром»;
- консалтинговые и страховые компании.

Основные этапы перспективных работ

Для того, чтобы реализовать рассмотренный подход к организации производственно – технологического мониторинга морского участка газопровода «Голубой поток» с целью обеспечения эффективного контроля его состояния ОАО Газпром» планирует до начала строительства выполнить следующие первоочередные работы:

- a) создать полномасштабную геоинформационную систему и обеспечить ввод в нее всех имеющихся и вновь получаемых данных по проектируемому газопроводу;

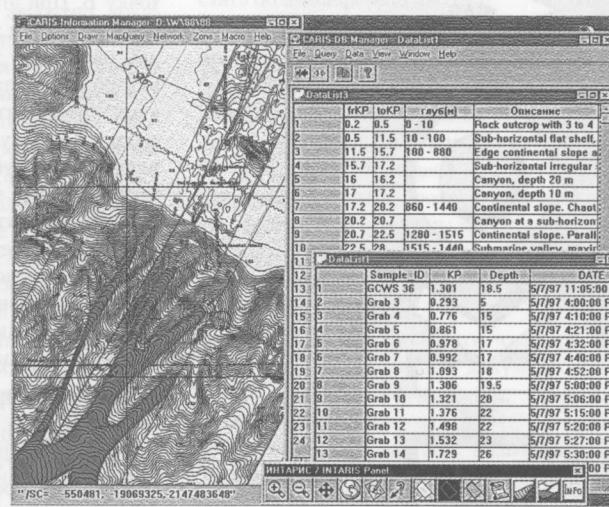
- b) разработать технический проект оборудования ROV комплексом сюрвейерного оборудования для инспекции газопровода, технологическую схему и регламент его применения;

- c) закупить сюрвейерное оборудование, выполнить его системную интеграцию и смонтировать на судне «Академик Голицын»;

- d) подготовить эксплуатирующий персонал, создать тестовый по-

лигон в районе строительства и в опережающие сроки провести комплексную отработку технологии мониторинга.

Это позволит с начала строительных работ обеспечить проведение независимого контроля их выполнения с использованием сюрвейерного судна «Академик Голицын», что будет способствовать повышению качества строительства газопровода. В последующем решение этих вопросов будет способствовать эффективной и безопасной эксплуатации морского участка газопровода, своевременному планированию и проведению на нем необходимых профилактических работ.



Дэвид М. Фрай, ESRI

КАК НАЧАТЬ РАЗРАБОТКУ ГИС ДЛЯ ТРУБОПРОВОДА

Введение

Термин географическая информационная система имеет разный смысл для разных людей, несмотря на то, что назначение ГИС заключается в ответе на вопросы кто, что, почему и где. Уже много лет геоинформационные системы успешно применяются в различных областях человеческой деятельности – для анализа, например, экологической обстановки, выбора расположения точек розничной торговли и, в том числе, добычи, транспортировки и переработки нефти и газа. Так как настоящий выпуск журнала «ГИС-Обозрение» посвящен именно вопросам создания ГИС для трубопроводов, на них и сосредоточимся, пытаясь найти пути разработки подобных геоинформационных систем с наименьшими затратами, достигая при этом эффективного результата. Поняв, как создать такую ГИС, мы заложим фундамент энтузиазма, который требуется для каждого успешного дела. Общая идея заключается в том, что использование ГИС позволяет сделать эксплуатацию любого трубопровода более выгодной и безопасной.

Информация, необходимая при создании ГИС для трубопровода

Много лет назад базовой карты с нанесенным маршрутом трубопровода было вполне достаточно для решения всех вопросов. В конце концов, нужно было всего лишь положить трубу на землю и переместить добытый вами продукт из точки А в точку В. При этом не нужно было ни решать проблемы защиты окружающей среды, например. Сегодня ситуация радикально изменилась. Кроме всех регулирующих документов, требования которых должны быть удовлетворены, компания, владеющая трубопроводом, должна как можно больше знать о своем имуществе. Хорошо спроектированная ГИС для трубопровода может помочь найти верное решение в сложной ситуации. Кроме того, эта система позволяет решать ежедневные вопросы, возникающие в ходе эксплуатации трубопровода.

Важность процесса управления

Так как точная информация – ключевой вопрос для любого ГИС-приложения, особенности процесса управления трубопроводом также должны учитываться при построении геоинформационной системы. При разработке ГИС-проекта важно принимать во внимание следующие факты.

Прежде всего, компания, эксплуатирующая трубопровод, должна оценить свой процесс управления трубопроводом для поиска в нем слабых звеньев. Потом, если необходимо, нужно изменить методы и процедуры управления техническим оружием для устранения слабых звеньев. Затем потратите время на то, чтобы обучить новой процедуре управления трубопроводом всех инженеров, эксплуатационный персонал и сторонних подрядчиков. И, наконец, убедитесь в том, что каждый сотрудник, имеющий отношение к процессу управления трубопроводом, следует следующим заповедям – «четко, своевременно, правильно и согласованно».

С чего начать разработку ГИС для трубопровода

Теперь, после того, как мы рассмотрели некоторые базовые понятия, можно двигаться к главной цели статьи. Цель состоит в том, чтобы показать несколько альтернативных путей того, как можно начать решать задачу построения ГИС для трубопровода с наименьшими затратами, достигая при этом максимально эффективного результата. Необходимо иметь в виду, что все альтернативы, которые я готов описать, могут быть рассмотрены в как качестве компонент одной большой ГИС, так и в качестве систем stand alone.

САПР

Большинство компаний, строящих и эксплуатирующих трубопроводы, используют САПР для решения конструкторских задач и создания чертежей. Примерами приложений, позволяющих создавать конструкторскую документацию, являются системы AutoCAD компании Autodesk и Microstation компании Bentley. Удивительно, но многие компании, работающие с нефте- и газопроводами, не осведомлены, что этот тип программного обеспечения может быть использован в качестве фундамента для построения многих компонентов геоинформационной системы. Правда, необходимо иметь в виду, что возможности обрабатывать запросы у САПР

A
K
O
M
E

обычно заметно ниже, чем у таких ГИС, как ARC/INFO или ArcView.

Таким образом, возможность систем автоматизированного проектирования обрабатывать запросы, скорее всего, не отвечает нуждам компании, эксплуатирующей трубопровод. Для того, чтобы решить эту проблему, можно купить несколько дополнительных приложений, которые добавят возможности обработки запросов в ваше ПО. Также необходимо иметь в виду, что однажды вы можете захотеть изменить ваши данные, хранящиеся в САПР, или перенести их на другую платформу.

Необходимо отметить, что система автоматизированного проектирования работает одинаково как в случае, если вы рисуете, например, карикатуру, так и в случае создания точного плана конструирования дороги, используя данные GPS. Это ваша задача – точно определить каждый элемент в базе данных чертежей с географической точки зрения. Для того, чтобы ГИС функционировала, должно быть известно, где расположен каждый из элементов трубопровода.

Таким образом, необходимо иметь в виду ограниченные возможности САПР обрабатывать запросы, что вызвано тем, что САПР – графическое приложение, не обладающее возможностями СУБД, поэтому в САПР изначально необходимо заладывать данные, точные с географической точки зрения и всегда обеспечивать возможности для дальнейшего изменения и уточнения данных и использования этих данных другими приложениями. Приняв во внимание эти требования, вы сможете эффективно использовать то программное обеспечение, которое у вас уже есть, и интегрировать его в строящуюся систему.

Система управления электронным документооборотом

Одним из самых быстрых способов начать разработку вашей ГИС является внедрение системы управления электронным документооборотом (EDMS). Примеры компаний, которые предлагают системы управления электронным документооборотом – Cimage Corporation, Documentum и FileNet.

Дело в том, что некоторый минимальный объем работы, необходимый для того, чтобы документ был готов для включения в базу данных, существует всегда. Одним из преимуществ хорошо сделанной системы управления электронным документооборотом является то, что она помогает выполнить этот минимальный объем и при этом обеспечивает дополнительные преимущества, которые дает перевод документов в электронный вид и, как следствие, улучшение организации и структурирование информации, что повышает эффективность доступа к ней. Использование системы управления эле-

ктронным документооборотом обычно обеспечивает быстрые, видимые и успешные результаты.

Для тех, кто не очень хорошо разбирается в системах управления электронным документооборотом, я дам краткое описание того, как работают подобные системы. Прежде всего, вы сканируете изображение (например, чертеж, лист бумаги с данными, карту или еще что-нибудь подобное). Во-вторых, вы редактируете полученную картинку, используя редактор растровых изображений. Конечно, если вы уже имеете документы в электронном виде, то сканировать и подчищать изображения вам не придется. После этой работы вы помещаете документ в базу данных и индексируете его. Теперь документы готовы к использованию и могут быть доступны для работы через корпоративную сеть компании. Вы можете даже иметь доступ к этим документам находясь от них на расстоянии в сотни и тысячи километров, если имеете доступ к корпоративной сети через Интернет.

Другие возможности, которые обеспечивают системы управления электронным документооборотом, включают в себя создание папок и гиперссылок. Например, вы имеете чертеж некоего устройства, записанный на жесткий диск вашего ПК. Гиперссылка может быть привязана к какой-либо точке на чертеже. Если вы кликните на нее, система направит вас к другому документу или папке с документами, каким-либо образом связанными с вашим чертежом. Некоторые системы управления электронным документооборотом также предлагают ПО, конвертирующее сканированные файлы в формат САПР или ГИС, если это необходимо.

Еще несколько дополнительных преимуществ, которые дают системы управления электронным документооборотом. Прежде всего, после того, как документ был однажды сканирован и сохранен на одном из жестких дисков в сети или на магнитооптическом диске, он становится частью данных, которые, вероятно, архивируются как часть корпоративной информации, чем занимается отдел, ответственный за сохранность данных. Второе – использование системы управления электронным документооборотом является приложением, которое, согласно своему основному назначению, облегчает работу с документами. И последнее – большинство ведущих поставщиков систем управления электронным документооборотом предлагают возможность хранить ваши документы в оригинальном формате в том месте, где они изначально находятся и обеспечивать доступ, не перемещая документы из одного места в другое. Все что нужно знать базе данных системы управления электронным документооборотом для того, чтобы обеспечить доступ к документам че-

рез корпоративную сеть компании – это то, где расположен каждый из них.

Примерами документов, которые могут храниться в системе управления электронным документооборотом, являются чертежи, изображения, полевые наброски, файлы проектов, отчеты о полевых исследованиях, фотографии и данные других типов. Используя систему управления электронным документооборотом, вы можете сократить время, необходимое на разработку вашей системы, с нескольких лет до нескольких месяцев.

Существует пара фактов, которые нужно держать в памяти, если вы собираетесь идти путем использования системы управления электронным документооборотом как фундамента для создания ГИС.

Прежде всего, один из элементов базы данных, ассоциированный с каждым изображением или документом, должен быть географически привязанным, если вы планируете создавать интерфейс между ГИС и системой управления электронным документооборотом (существуют интерфейсы между геоинформационными системами компании ESRI и множеством систем управления электронным документооборотом различных поставщиков). Это должны быть либо координаты (x, y), либо код устройства (например, какой-нибудь полевой ключ, к которому позже можно привязать координаты), определяющие положение, к которому относится чертеж или документ.

Второе. Так как большинство файлов, которые обычно находятся в системе управления электронным документооборотом, являются либо отсканированными либо импортированными как растровые файлы, из них можно получить мало сведений. Другими словами, это только картинки, слепки оригинальных сканированных или преобразованных в другой формат файлов. Эти файлы нуждаются в дополнительной обработке для того, чтобы стать более информативными.

Последнее (по порядку, но не по важности), это то, что если вы планируете собрать все инженерные и эксплуатационные документы и создать систему управления электронным документооборотом, то необходимо проверять и уничтожать ненужные файлы и соответствующие им документы. Вы не должны тратить время и деньги, собирая чертежи и документы, которые потеряли актуальность или больше не нужны.

Обобщая, можно сказать, что система управления электронным документооборотом относительно недорога, является отличным фундаментом для ГИС и в то же время является средством, позволяющим быстро достичь видимых и позитивных результатов.

Для того, чтобы лучше понять, какие преимущества дает использование систем управления электронных документооборотом, можно посетить несколько компаний, которые уже используют такие системы. Вы выясняете, что использование EDMS является хорошей отправной точкой для создания ГИС.

Организационно-экономические системы

Два предыдущих примера, САПР и системы управления электронным документооборотом, показывали альтернативы – фундаменты, с которых можно начинать создавать ГИС. Эти два типа приложений были в основном графическими системами с присоединенными к ним базами данных. Организационно-экономические системы являются ПО совершенно другого типа. Такие системы являются приложениями баз данных, которые могут быть, если это необходимо, интегрированы с графическим приложениями. Примерами таких систем являются *PSDI Maximo, Indus Passport и SAP R/3*.

Одной из функций организационно-экономической системы является управление материальными потоками путем ввода каждого элемента в базу данных системы для целей планирования, документирования деятельности и генерации отчетов для внешних и внутренних нужд. Конечно, функции организационно-экономических систем этим не исчерпываются.

Говоря обще, вентили, двигатели, переключатели – все оборудование заносится в базу данных. Сердцем организационно-экономической системы для трубопровода является идентификатор оборудования. В базу данных заносится информация производителя, спецификации, механические характеристики оборудования. Кроме того, в базе содержится вся информация о деятельности компании по эксплуатации трубопровода.

После того, как работа по заполнению базы данных организационно-экономической системы была сделана – ежедневно, еженедельно и ежемесячно готовятся планы по обслуживанию и эксплуатации трубопровода, регламентирующие соответствующие деятельность.

При таком подходе необходимо помнить о следующем. Точно так же, как и в системе управления электронным документооборотом, организационно-экономическая система должна знать географическое положение любого элемента, если планируется, что в дальнейшем ГИС будет использовать эти данные. Кроме того, нужно убедиться, что модель базы данных исчерпывающая, и что она согласована с другими базами данных, которые будут поставлять данные в общую ГИС.

Обобщая, отметим, что организационно-экономическая система может быть

жизненно важным компонентом и базой для информационной системы трубопровода компании. Если ваша компания внедряет или уже использует организационно-экономические системы, требуется немного дополнительных усилий для того, чтобы максимизировать отдачу от инвестиций компании как в организационно-экономическую систему, так и в ГИС масштаба предприятия.

Глобальная система позиционирования и проведение изысканий

Для достижения высокой степени точности изысканий и быстрого сбора данных при сравнительно небольших расходах используются GPS (Global Positioning System). GPS – технологии используются во многих отраслях человеческой деятельности, включая воздушный транспорт, морские перевозки, общественные работы, инженерные коммуникации и изыскания. Компаниями, которые поставляют на рынок GPS оборудование, являются *Trimble Navigation, Ashtech Inc. и Magellan System Corporation*.

Существует много способов использовать технологии сбора данных с GPS. Например, в случае использования дифференциальных GPS изыскатель использует в своей работе переносной GPS – приемник и перемещается по некоторому маршруту. В это время одна или несколько базовых станций GPS расположены в постоянных известных местах и генерируют поправки, позволяющие увеличить точность полученных GPS координат с 30-50 до 2-3 метров. Так как изыскатель переносит GPS от точки к точке, его GPS связывается с базовой станцией и навигационными спутниками и вычисляет свои координаты, используя триангуляцию. В каждой из необходимых изыскателю точек он может записать свое местонахождение, используя одну из стандартных координатных систем или форму записи, принятую в компании, где он работает. Изыскатель также может ввести любые атрибутивные данные об любой интересующей его точке. Эти атрибутивные данные могут иметь отношение к оборудованию, условиям окружающей среды и т.п. Данные накапливаются в переносном GPS и потом переписываются в САПР или ГИС, когда изыскатель возвращается назад в офис или, в случае использования технологий беспроводного Интернет, можно передавать данные прямо в главную базу данных компании.

Несколько моментов, которые необходимо помнить, когда вы используете технологии GPS.

Прежде всего, большинство компаний, эксплуатирующих трубопроводы, не имеют собственного персонала для GPS – изысканий. Следовательно, требуются служ-

бы, консультирующие и специализирующиеся на подобных изысканиях. В ходе выбора компаний-партнера по изысканиям всегда имеет смысл оценить несколько потенциальных компаний – партнеров.

Во вторых, необходимо ясно очертить область вашего GPS – проекта. Также, убедитесь, что компания, которая будет выполнять для вас GPS – изыскания, использует аппаратное и программное обеспечение, обеспечивающее данные в том формате, который нужен вам.

Имея все это в виду, GPS – технологии изысканий могут решить многие проблемы. Это замечательный путь для того, чтобы создать фундамент для ГИС трубопровода или модели оборудования – особенно в плане сбора данных для подобной системы. Если эта технология используется правильно, она сохранит как время, так и деньги путем обеспечения вашей ГИС точными географическими данными.

Экономичные альтернативы базовых карт

Многие компании из тех, с которыми я знаком, уверены, что базовые карты, которые можно купить, недостаточно точны и детальны для их нужд. Поэтому они приступали к созданию собственных очень детальных и очень точных базовых карт. После нескольких месяцев или лет усилий и затрат многих миллионов долларов, некоторые из этих компаний уменьшают свои требования к детальности и точности карт и решают купить готовые данные.

Таким образом, приобретение цифровых базовых карт может значительно облегчить и ускорить работу над ГИС. Для территории Соединенных Штатов, например, можно купить карты, подготовленные службой геологической съемки США. В этом случае, купив карты, вы добавляете или линкуете данные о вашем трубопроводе или любые другие необходимые данные к файлам топоосновы.

Поставщики, которые продают базовые карты включают в себя *American Digital Cartography (ADC), ETAK, Geographic Data Technologies (GDT)*, например. В некоторых очень плотно застроенных городских кварталах поставщиками могут выступать другие компании, предлагающие более детальные и точные карты (по более высокой цене, соответственно). Примером такого поставщика является компания *Thomas Brothers Maps*, предлагающая карты для Южной Каролины.

Если приобретать базовые карты у геологической съемки США, то базовые карты обойдутся примерно в \$15 на 1 милю трубопровода (данные о цене даны на 1992 год). Правда, эта только цена базовой карты – она не учитывает затраты на дополнение карт специфической информацией о трубопроводе. Дополнительные данные по транспорту, гидрографии, адми-

нистративных границах, данные переписи населения могут быть куплены по цене \$125 за каждый квадрат территории со стороной 7.5 минут.

Необходимо также иметь в виду, что точность данных геологической съемки США, нарезанных квадратами со стороной 7.5 минут, составляет в лучшем случае 12 метров. Этого вполне достаточно для многих ГИС приложений, но не для всех – особенно, если ваш трубопровод проходит по районам тесной застройки. С другой стороны, приложения которые могут быть созданы, используя этот тип данных – анализ налогов на землю, экологический анализ маршрута трубопровода, анализ катодной защиты и др. (см. статью, расположенную на web-странице компании ESRI (<http://www.esri.com>) «Приложения для трубопроводов и требования к точности данных» для дополнительной информации). В полнофункциональных ГИС большой трубопроводной компании, возможно, понадобится несколько комбинаций базовых карт.

Обобщая, можно сказать, что покупка базовой карты – быстрый и относительно дешевый способ обеспечить вашу

ГИС картой для большинства приложений. Помните об ограничениях на точность и вы сможете в течение нескольких недель заложить основы ГИС для трубопровода, которая будет обеспечивать хорошие результаты для большого количества приложений.

Самый дорогой компонент геоинформационной системы

Сердцем любой трубопроводной ГИС являются данные, точность которых будет определять качество результатов работы геоинформационной системы. Таким образом, затраты на проверку, редактирование и обеспечение качества и точности данных по трубопроводу неизбежны. Самый большой процент стоимости ГИС для трубопровода – да и практически любой ГИС – приходится на данные. Необходимо также иметь в виду, что несмотря на то, собираетесь вы вводить данные в ГИС или нет, все равно нужно вложить средства и усилия в то, чтобы собрать максимально точные данные о трубопроводе. Просто имеет смысл использовать ГИС – технологии для помощи при создании, использовании и поддержки данных.

С чего начать

Ключевые моменты, о которых нужно помнить при выборе задачи для первоочередного решения:

- прежде всего, выбирайте приложение, которое даст быстрый, успешный результат;
- во вторых, выбирайте приложение которое уменьшит время и сохранит деньги для чего-то, что компания уже делает, используя традиционные методы;
- и последнее – избегайте приложений, внедрение которых требует много времени в начале работы над вашей ГИС.

Заключение

Невзирая на то, какой из альтернативных методов вы выберете для того, чтобы начать работу над вашей ГИС для трубопровода, имейте в виду следующую формулу, являющуюся ключом успешной ГИС: «точные данные о трубопроводе, правильно отформатированные».

Таким образом, думайте географически, постоянно проверяйте точность и качество ваших данных о трубопроводе и начните работать над вашей ГИС для трубопровода прямо сегодня.

Вильям Н. Уолли, Chevron, США

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В НЕФТЯНОЙ ИНДУСТРИИ

Одно из определений географической информационной системы гласит: «ГИС – это компьютерная система, которая хранит, организует и отображает данные, описывающие объекты и явления земной поверхности». Отталкиваясь от этого определения, можно заключить, что нефтяная промышленность применяет ГИС технологии с момента начала использования компьютеров – то есть уже примерно в течение 40 лет.

Что же изменилось за эти годы? Главными двигателями прогресса в этой области являются создание программного обеспечения ГИС общего назначения и массовое производство недорогих компьютеров. Опыт показал, что и те, и другие могут эффективно использоваться для решения многих задач, стоящих перед нефтяной индустрией, и что обычные специалисты отрасли могут быстро освоить эти технологии.

С позиций бизнеса важно также, что теперь одни и те же объекты инфраструк-

туры предприятия часто входят в сферу повседневных интересов специалистов разных епархий: хозяйственников, геофизиков, геологов, инженеров-нефтяников, инженеров по обслуживанию объектов, юристов, служб природоохраны и др. Для их эффективной скоординированной работы требуется доступ как к общим базам данных и, в особенности, к картам, наглядно показывающим ключевые объекты типа скважин, нефтепроводов, жилых центров, районов с чувствительной экологической обстановкой и т.п.

В статье обсуждаются технические и деловые аспекты, с которыми связан рост применения ГИС в нефтегазовой индустрии, приведены примеры их использования, обсуждаются области, в которых ожидаются или требуются улучшения.

Немного истории

В 1987 году компания Chevron Oil Field Research Company (COFRC, далее Chevron) впервые установила у себя

СУБД Oracle, чтобы оценить возможности этой технологии для поддержки приложений по обработке сейсмических данных и данных по скважинам, установленных на рабочих станциях и использовавшихся инженерными службами и геологами. Преимущества хранения всех данных в одной базе были очевидными и с тех пор система Oracle стала для нас стандартом де-факто. Эта технология заложила основы создания баз данных, которые впоследствии можно было легко связать с ГИС.

В 1990 году наши специалисты познакомились с управляющей ГИС, представленной на Национальной конференции по компьютерной графике в Лос-Анджелесе. Эта ГИС была попыткой применить полностью готовое программное обеспечение для решения типичных задач нефтяной индустрии (таких, например, как «найти все принадлежащие компании скважины, которые истощаются до конца года и находятся на расстоянии менее одного километра от нефтепровода»). Хотя в то время ни один существующий программный продукт не мог решать всех задач, поставщики ГИС приближались к этой цели в то время как большинство традиционных поставщиков услуг для нефтяной индустрии отказывались даже участвовать в ее решении.

В 1991 году Chevron приобрела первую копию ARC/INFO. К сожалению, в то время имелись некоторые ограничения, которые не позволяли нам достаточно серьезно использовать эту систему. В ней не было функций поддержки регионов (перекрывающихся и прерывистых полигонов — очень важного звена для землепользования и землеотвода), динамической сегментации (для работы с линейными объектами, важной для аннотирования сейсмических профилей), а также в то время не было версии этого полнофункционального продукта для персональных компьютеров.

По этим причинам компания Chevron продолжала развивать собственную зе-

мельную информационную систему на платформе ПК, а также графический редактор на платформе UNIX. Оба продукта были готовы в 1992 г. Тогда было очевидно, что ГИС-технологии имеет широкие перспективы для компании и отрасли в целом. Мы видели, что ESRI больше других прислушивается к критическим замечаниям и заявлениям о возникающих проблемах со стороны нефтяных компаний, поэтому мы продолжали внимательно наблюдать за развитием геоинформационных систем, особенно за разработками ESRI.

В 1994 году ESRI выпустила программу ArcView GIS и значительно усилила функциональность ARC/INFO, что имело для нас чрезвычайно важное значение. Нам была близка и интересна деятельность группы пользователей ESRI в нефтяной отрасли (Petroleum User Group, PUG). Компания Chevron являлась членом координационного совета PUG — эффективного форума по обмену опытом, обсуждению потребностей нефтяной индустрии и доведению результатов обсуждений до ведущих менеджеров и разработчиков ESRI, которые, как правило, в ответ на наши пожелания оперативно вносят усовершенствования в программные продукты.

С 1995 года Chevron предпринимает инициативы по внедрению ГИС-технологий на корпоративной основе. Мы утвердились во мнении, что ГИС является серьезным инструментом, полезным для нашей отрасли и обеспечивающим современные полноценные решения.

Современные ГИС поддерживают операции с объектами производственной и финансово-хозяйственной деятельности нефтяных компаний: скважинами, трубопроводами, дорогами, реками и водотоками, поселками, инженерными коммуникациями, профилями и пунктами сейсмозондирования, другими элементами инфраструктуры нефтепромыслов и природными объектами. Кроме того, ГИС обеспечивают работу с отчетными материалами

и документацией: инженерной и бизнес-графикой, фотографиями сооружений, устьев скважин, отчетами о состоянии окружающей среды, разливах нефтепродуктов, правами на землю и разрешениями на лицензирование участков, спутниковыми снимками, табличными данными.

ГИС все теснее взаимодействуют с другими информационными технологиями, такими как реляционные СУБД и хранилища данных, сбор и обработка данных дистанционного зондирования (аэро- и космических снимков), архивация и хранение растровых изображений (примером может служить технология MrSID компании Lizardtech), системы управления материальными и финансовыми ресурсами предприятия (типа SAP R/3), Интернет, системы подготовки отчетов (типа Seagate Crystal Reports) и т.д. Причем эта интеграция происходит как на уровне создания прозрачных интерфейсов, так и в результате встраивания соответствующих инструментальных средств в конкретные ГИС продукты.

Некоторые из инициатив в области ГИС успешно развиваются и реализуются в виде производственных систем, интегрированных в бизнес процесс, создаются специальные группы по их внедрению, постоянно растет число конечных пользователей, открывших новые пути и возможности извлечения доходов от применения этой технологии.

СТИМУЛЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС В НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ

Масштабы применения ГИС в нефтяной индустрии возрастают в силу как технических, так и коммерческих предпосылок.

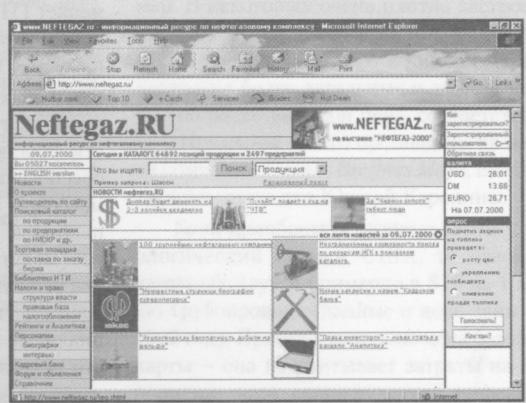
Технические предпосылки

Аппаратное обеспечение. Быстро действующие и относительно дешевые компьютеры с высококачественными графическими мониторами, соединенные надежными сетями, стали обычным явлени-

NEFTEGAZ.RU – НОВЫЙ САЙТ ПО НЕФТЕГАЗОВОЙ ТЕМАТИКЕ

Уральское ООО «НТЦ Новатор», опираясь на свой обширный опыт поставок оборудования и других материально-технических ресурсов для предприятий нефтегазового комплекса, открыло Интернет-портал, посвященный нефтегазовой индустрии (www.neftegaz.ru). На сайте можно найти последние новости, справочник по налогам и праву, каталог научно-технической периодики, бюллетень патентной информации, авторефераты диссертаций, сборники рефератов НИР и ОКР. Там же можно найти биографии и интервью известных личностей нефтегазовой отрасли. Интерес представляют справочник терминов нефтегазовой индустрии, словарь-переводник и календарь событий. Особенностью сайта является обширный справочник материально-технических ресурсов, позволяющий искать, покупать или продавать оборудование или какие-либо другие ресурсы (на середину июля в каталоге было около 60000 позиций продукции 2500 тысяч предприятий).

Ольга Блинкова



ем в отрасли. За несколько тысяч долларов сейчас можно приобрести широкоформатные цветные плоттеры, совсем недавно они были на порядок дороже и значительно медленнее работали.

Так как одной из основ успеха в нашем бизнесе является сбор, оперативная обработка и анализ информации, то с помощью карт, созданных в ГИС и обеспечивающих наиболее наглядное представление разнообразной информации, твердые копии можно создавать «по запросу», просто, быстро, с высоким качеством и достоверностью.

Программное обеспечение. Работа с ГИС-продуктами, такими как ArcView GIS, стала намного более простой. Поскольку эта программа обладает достаточным мощной функциональностью и работает на всех основных компьютерных платформах, она пригодна для поддержки любых типовых видов деятельности нефтяных компаний, включая, например:

- Отслеживание финансовых аспектов добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов, обзор деятельности конкурентов.
- Точное отображение расположения объектов на поверхности для инженерных служб, которым требуется знать, где находятся дороги и трубопроводы, границы лицензионных участков, населенные пункты, области с высокой чувствительностью природы к внешним воздействиям и т.д.
- Выявление путей доступа к объектам для подрядчиков и реагирование на сообщения о повреждениях и авариях.
- Поиск оптимальных маршрутов движения ремонтных бригад, спасательных и пожарных служб.

Данные. Ранее полномасштабное внедрение ГИС затрудняла высокая стоимость данных и длительный период, необходимый для создания баз данных. Однако, в последние годы произошли серьезные изменения к лучшему – пространственные данные стали намного более доступными, точными и дешевыми. Например:

- Применение высокоточных систем глобального позиционирования (GPS) позволило оценить достоверность существующих карт и, при необходимости, своевременно обновлять их.
- Высококачественные наборы картографических данных от правительственный и некоммерческих организаций теперь можно получить даже через Интернет.
- Спутниковые снимки высокого разрешения (в особенности недавно объявленные данные метрового разрешения) содержатся в файлах растровых изображений большого размера, их преобразование в векторные форматы еще более увеличивает размер файлов. Для работы со столь крупными наборами дан-

ных необходимы современные программные средства, лучшим примером которых является программа Spatial Database Engine от ESRI – эта мощная клиент/серверная технология способна эффективно управлять данными подобного типа и размера.

Хотя не все доступные обладают достаточной точностью для использования в отрасли, их качество постоянно улучшается. Есть все основания ожидать появления данных с намного более высоким разрешением в ближайшие несколько лет и прогнозировать положительное воздействие широкой доступности таких данных на изменение методов ведения бизнеса в нашей отрасли.

Соответствующая функциональность ESRI заслужила массу хвалебных отзывов за поддержку нефтяного рынка. В этой фирме работает ряд опытных специалистов, перешедших из нефтяных компаний. Созданные ESRI программные продукты значительно усовершенствованы в последние три года. Поддержка новых функций и объектов, таких как регионы (перекрывающиеся/разобщенные полигоны), динамическая сегментация и исключение перекрытия подписей позволила избавиться от большинства имевшихся, с точки зрения нефтяников, ограничений.

Коммерческие предпосылки для использования ГИС технологии

Команды с междисциплинарными задачами. Как указывалось выше, в практику комплексного управления нефтегазовыми бассейнами входит создание команд, состоящих из представителей разных направлений: геофизиков, геологов, инженеров-промышленников, инженеров по обслуживанию объектов и коммуникаций, земельщиков и юристов, экологов и спасателей. Эффективность деятельности таких групп значительно повышается за счет использования ими общих баз данных, особенно при создании и работе с комплексными многослойными тематическими картами, включающими информацию о пространственном расположении ключевых объектов производственной и коммунальной сфер.

Хотя по старой добной традиции некоторые из таких групп порой мало осведомлены о работе других групп, все они имеют дело с одним и тем же пространственным подходом к данным, основанным на географическом положении объектов хозяйственной инфраструктуры. Таким образом, ГИС, которая изначально использует географическое положение в качестве основного критерия для привязки данных и связанных с ними описательных атрибутов, наилучшим образом соответствует таким потребностям, способствует координации действий всех подразделений и групп специалистов, занимающихся

решением разнообразных задач, привязанных к конкретной территории.

Высокая стоимость разработки собственного программного обеспечения. До недавних пор большинство нефтегазовых компаний использовало специализированное, часто разрабатываемое внутри самой компании, компьютерное программное обеспечение для большинства научных и технических приложений по обработке и анализу данных. Обычно это было вызвано отсутствием готового программного обеспечения, которое бы действительно решало нужные задачи. Затраты при таком подходе могли быть очень значительными.

Например, разработка узкоспециализированной компьютерной программы могла стоить нефтяной компании 1 млн. долларов. И если эта программа использовалась в одном месте (например, в центральном офисе), то конечная цена копии продукта составляла все тот же 1 млн. долларов. А распространение этой программы в других подразделениях или во всей корпорации затруднялось ввиду того, что осуществить поддержку, обучение и другие необходимые действия «на местах» было очень трудно.

Оценка информационного рынка. Решения, специфичные для отрасли

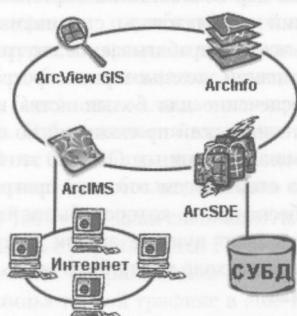
Одним из возможных альтернативных подходов является приобретение программного обеспечения у компании, предоставляющей специализированные услуги на нефтегазовом рынке. Подобные поставщики могут себе позволить потратить некоторые средства на разработку продукта, поскольку они работают с несколькими клиентами. Поэтому, вкладывая в создание программы 10 млн. долларов, но полагая, что ее приобретут 100 компаний, разработчики имеют возможность снизить конечную стоимость каждой копии продукта до 100 тыс. долл. И программа, на разработку которой было потрачено в 10 раз больше средств, может быть приобретена за цену, в десять раз меньшую себестоимости.

Примеров таких программных продуктов достаточно много. Системы трехмерной интерпретации сейсмики, системы обработки данных каротажа и геологического строения толщи, а также системы прогноза нефтегазоносности пластов наиболее часто приобретались в специализирующихся в данных областях компаниях по экономическим причинам, в силу требований по их поддержке, обучению и надлежащему качеству.

Но хотя такие системы зачастую существенно дешевле, чем аналогичные собственные разработки, они все же слишком дороги для установки на каждом профессиональном рабочем месте.

Создание корпоративных ГИС

Корпоративное ГИС-решение от ESRI



Оценка информационного рынка. Решения общего назначения

Если большую часть задач, стоящих перед нефтяной или газовой компанией, удается успешно решать с помощью программных продуктов общего назначения, разработанных для всего компьютерного сообщества, то ее затраты на приобретение «софта» можно уменьшить в еще большей степени. Так, если на разработку программного продукта общего назначения будет потрачено 50 млн. долларов, но оно будет приобретено 10 тыс. компаний (в том числе нефтегазовых), то стоимость одной копии составит всего 5 тыс. долл. Примерами таких массовых ГИС продуктов являются ARC/INFO и ArcView GIS. Хотя на разработку ArcView потрачено более 500 человеко-лет, он продаётся менее чем за 2 тыс. долл. И эта невысокая (в сравнении с функциональными возможностями) стоимость способствует его исключительной популярности в различных областях человеческой деятельности, в том числе в нефтяной и газовой отраслях.

Подобные рассуждения были взяты за основу при планировании архитектуры ГИС-системы компании Chevron. Используя современную технологию реляционных баз данных, ко всем данным, включая сейсмическую, скважины, разведку и добычу, землю, безопасность и охрану природы, социальные/культурно-исторические аспекты можно обращаться так, как будто они хранятся в одном месте. То есть, конечный пользователь видит «единую базу данных».

Однако при этом через шейп-файлы ArcView можно осуществлять связь с удаленными компьютерами. Помимо офисной ГИС среды (обслуживаемой системой SDE/Oracle/ARC/INFO) мы сохраняем полевую ГИС среду, функционирующую на переносных компьютерах. Например, менеджер по управлению лицензионными

участками или геодезист при обследовании места для новой скважины может получить копию фрагмента базы пространственных данных по нужному участку на своем, переносном компьютере. Такие шейп-файлы не являются собственно базой пространственных данных – скорее они представляют собой рабочие копии, предназначенные для переноса данных между офисной и полевой средами.

Следует также отметить, что поскольку программы ARC/INFO и ArcView GIS используют те же данные, что и GEE (собственная ГИС компании Chevron) и программные продукты сторонних организаций, то мы в подразделении нефтяных технологий Chevron ожидаем добавления некоторых более универсальных (и непростых при внедрении) ГИС-функций в эти продукты. Тогда мы сможем сконцентрироваться на добавлении к ним специализированных функций (такая возможность предусмотрена в последних версиях этих продуктов), решающих некоторые специфичные только для нефтяной отрасли (или для Chevron) задачи потому, что вряд ли стоит ожидать, что этими вопросами будут заниматься ESRI или другие сторонние разработчики, а также из-за того, что у нас для этого больше опыта и возможностей.

Ожидания на будущее

Хотя ГИС-технологии уже вносят большой вклад в развитие нефтяной отрасли, от нее можно ожидать большего. В этом плане наши общие пожелания и предложения могут заинтересовать всех пользователей ГИС. Вот некоторые основные пункты из нашего списка пожеланий со стороны нефтяной отрасли:

- Улучшение интеграции с реляционными базами данных. Приятно отметить, что значительный прорыв в этом направлении обеспечивает предлагаемая ESRI сравнительно новая технология пространственного сервера Spatial Database Engine (SDE). Однако, пока еще не полностью решена задача работы с данными САПР и их распечатка, хотя, в значительной мере, эта проблема является следствием недостаточно развитых средств поддержки записей и управления данными, которые выходят за рамки ГИС. (Примечание: Статья была написана до появления модуля SDE CAD Client, который по желанию пользователя может быть включен в комплект поставки SDE и специально предназначен для многопользовательской работы с данными в исходных форматах САПР. SDE CAD Client добавляет к САПР-приложениям возможности хранения и создания выборки пространственных данных через сервер SDE. Он также предоставляет прикладной интерфейс пользователя (API), обеспечивающий разработчикам приложений доступ к функциям и процедурам САПР-клиента SDE из
- Среды разработки САПР приложений. Он позволяет хранить объекты САПР как пространственные элементы в СУБД, или производить выборку пространственных элементов, которые в текущий момент находятся в СУБД и управляются SDE. Создание этого модуля еще раз свидетельствует о том, что ESRI внимательно относится к пожеланиям своих пользователей и быстро на них реагирует).
- Поддержка и возможность задания глобальных метаданных, таких как параметры эллипсоидов и картографических проекций. Мне приятно констатировать, что в новых версиях ArcView GIS и SDE эти пожелания учтены (в ARC/INFO эти функции были и раньше).
- Более удобные и эффективные пути приобщения пользователей к ГИС технологиям. (Примечание: ESRI постоянно совершенствует программу ГИС-обучения, расширяя список предлагаемых курсов, вводя программы дистанционного обучения, способствуя выпуску новых книг по ГИС-тематике и оказывая всесмерную поддержку в сфере подготовки ГИС специалистов в учебных заведениях как на территории США, так и во всем мире).
- Более удобные средства управления и доступа к сейсмическим данным и данным каротажа скважин.
- Усовершенствование инструментов для операции «conflation». «Conflation» – это процесс выборочного слияния двух или более наборов данных таким образом, чтобы на выходе получить данные с наиболее высокой точностью изо всех исходных наборов. По мере совершенствования аппаратуры съемки и повышения точности ГИС-данных, получаемых из космоса, а также ортоизображений, существующие карты и наборы ГИС-данных должны быть пригодны для исправления с учетом вновь получаемых данных, поэтому управление этой процедурой является одной из наших насущных потребностей.
- Трехмерные ГИС. Пока наше применение ГИС ограничивалось земной поверхностью. Для отображения глубинных структур мы должны перейти к использованию совершенно новых систем, которые до последнего времени были мало связаны с массовыми ГИС. (Примечание: появление модуля ArcView 3D Analyst в значительной степени дало решение этой задачи, обеспечивая отображение данных в 3D (2,5-мерном) пространстве с использованием обычной настольной ГИС. В системе ARC/INFO для этих целей имеется модуль TIN. В компании Data+ разработано расширение к модулю 3D Analyst. Его основная функция – 3D интерполяция, назначение – моделирование поведения физических, химических и других полей в трехмерном про-



странстве. Оно также обеспечивает построение произвольных горизонтальных сечений созданных поверхностей, сечений по произвольному профилю, сечений поверхностями рельефа, изо-поверхностей – поверхностей, на которых значение исследуемого признака равно определенной константе).

Заключение

ГИС-технологии и связанные с ней программные и аппаратные средства развились до стадии, когда они способны обеспечить, а во многих случаях уже обеспечивают, заметный экономический эффект для нефтяной индустрии. Они не только влияют на нашу текущую деловую активность, улучшая обмен данными и делая возможным более точное картирование. Они также способствуют переводу бизнес-процесса на современный уровень, помогают нашим профессионалам скорректировать стратегию и тактику развития компании, поскольку обеспечивают новые пути и более эффективные средства работы с данными, критически важными для целей планирования и выполнения перспективных задач.

В этом плане большие надежды мы возлагаем на систему SDE. SDE исключает необходимость в собственных файлах и специальном программном обеспечении для удаленного доступа к данным, предоставляет эффективные средства работы в структуре корпоративных ГИС, обеспечивает более высокую производительность, чем любые другие известные нам продукты. Это программное обеспечение включает мощные средства организации ГИС-данных в централизованных хранилищах, дает возможность получить многопользовательский доступ к одним и тем же данным из среды разных прикладных программ, поддерживает и оптимизирует процедуру создания копий и версий данных, с которыми одновременно работает несколько пользователей.

В нефтегазовой индустрии SDE может в ближайшее время стать стандартным методом доступа к массивам данных, если:

- будет принята общая модель данных для стандартных типов данных, таких как расположение скважин и сейсмических профилей;
- произойдет более тесное сближение нефтегазовых и сервисных компаний.

Шеврон неоднократно обсуждал эти вопросы с представителями других компаний на двухсторонних встречах и в рамках ГИС-конференций, чтобы увидеть, разделяют ли они наш интерес во внедрении и получении преимуществ от введения такого ГИС-стандарта. До сих пор их реакция была обнадеживающей.

ГДЕ ПРИОБРЕСТИ ЖУРНАЛ И СД-РОМ «ГИС-ОБОЗРЕНИЕ»



Москва:

Редакция журнала

тел.: (095) 257-7436, 257-7126
E-mail: mail@go.ru

Фирмы Дата+, Интерграф, АИР, Autodesk, ТерраСпейс, ЭСТИ-Мап, ПРИН, Consistent Software, CAD-House, ЦГИ ИГ РАН, SpaceInfo;

Санкт-Петербург:

СПбГТУ

Георгий Константинович Осипов
E-mail: badenko@venture.spb.ru

ЭНКО

Сергей Викторович Скатерников
тел.: (812) 246-2901,
E-mail: ssv@enko.spb.su

Саратов:

Саратовский Госуниверситет

И.В. Пролеткин, А.Н. Чумаченко,
тел.: (8452) 515-214, факс: 240-446

Петрозаводск:

Центр НИЦ Петрозаводского ГУ

Анатолий Михайлович Шредерс
тел.: (81400) 75-250,
E-mail: ashred@mainpgu.karelia.ru

Новосибирск:

Стройизыскания

Александр Николаевич Тимофеев,
тел.: (3832) 114-636
E-mail: atim@online.nsk.su

Казань:

ГИС-центр Татарстангеологии

Александр Васильевич Серебряков
т/факс: (8432) 757226

Ижевск:

Физико-технический ин-т УрО

Владимир Николаевич Милич
тел.: (3412) 21-66-22,
E-mail: mv@otf.fti.udmurtia.su

Липецк:

Управление строительства города

Сергей Анатольевич Михайлов,
тел.: (0742) 77-66-35
E-mail: gis@lipetsk.ru

Калининград:

Калининградский Госуниверситет

Сергей Валерьевич Нестеров
тел.: (0112) 35-91-24/25
E-mail: postmaster@alg.koenig.su

Воронеж:

ИКФ «Солвер»

Игорь Валентинович Петров
тел.: (0732) 77-72-22,
E-mail: solver@solver.vrn.ru

Уфа:

«Интегро»

Вадим Георгиевич Горбачев
тел.: (3472) 23-92-75, 23-9575,
E-mail: wadim@integro.rb.ru

Редакция «ГИС-обозрения» приглашает региональных распространителей журнала

Ростов-на-Дону:

Управление градостроительного кадастра

Владимир Тимофеевич Замиховский
тел.: (8632) 66-5255
E-mail: vzam@mail.ru

Обнинск:

ОГИЦ

Андрей Сытник, Олег Тихонов
тел.: (08439) 673-94, 624-91

Нижний Новгород:

ВАГСИПЭИКВК

Папкова М.Д. тел.: (8312) 65-8596, 65-9057

Псков:

Центр регионального планирования

Александр Федорович Задонцев
тел.: (8112) 16-2901

Калуга:

Центр «Кадастр»

Анатолий Борисович Преображенский
тел.: (08422) 402-57

Минск:

Фирма Сальтус

Валерий Иосифович Быль
тел.: (017) 252-2962,
E-mail: byll@saltus.belpak.minsk.by

Белорусский Госуниверситет

Александр Валерьевич Ермоленко
тел.: (017) 268-7036, 260-5312

Киев:

Фирма Аркада

Сергей Гончаренко, тел.: (044) 443-0403,
Михаил Гуральник, тел.: (044) 243-4000,
E-mail: gis@geocad.carrier.kiev.ua

ГИС-ассоциация Украины

Гаевенко Александр Юрьевич
тел.: (044) 266-5427, 440-5925,
458-4953

Харьков:

Харьковский Госуниверситет

Ольга Блинкова
тел.: (0572) 45-7454, 14-7023,
E-mail: blinkova@seabed.kharkov.ua

Донецк:

Технический Университет

Андрей Аркадьевич Шоломицкий
тел.: (0622) 91-0781 66-3098,
E-mail: andrey@gis.dgtu.donetsk.ua

Днепропетровск:

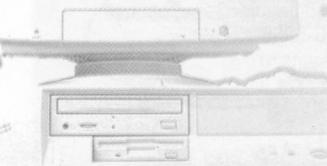
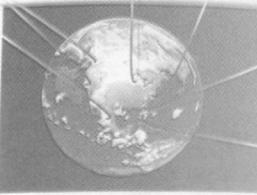
Горная академия

Людмила Виссарионовна Мирошинченко-Сарычева
тел.: (0562) 47-1392,
E-mail: gis@nmuu.dp.ua

Алма-Ата:

Фирма «Логика»

Геннадий Иванов тел.: (3272) 28-47-28,
E-mail: logics@online.ru



ГИС-Ямал

**А.С. Цвецинский, В.С. Тужилкин,
Б.В. Архипов, В.В. Солбаков (ИПО «Эко-Система»),
Н.Н. Михайлов, А.А. Воронцов (ВНИИГМИ – Мировой центр данных),
Л.В. Шершнева, Г.И. Дубиков (ВНИИГаз)**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА ЯМАЛЬСКОГО ГАЗА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Повышение роли информационного обеспечения при принятии обоснованных инженерных и управленческих решений в ходе освоения нефтегазовых месторождений связано с необходимостью рассматривать полный технологический цикл управления данными: от сбора результатов наблюдений до предоставления конечному пользователю комплексной и достоверной информации по всему природно-технологическому комплексу. Разработанная методология построения информационной системы позволила представить ее в виде совокупности функциональных подсистем, основанных на едином комплексе компонент (методической, программно-технологической, языковой и других), представляющих многоаспектную среду разработки. Этот подход применен в создании специализированной информационной системы по объектам добычи и транспорта ямальского газа («СИС-Ямал»).

СИС-Ямал разрабатывается в рамках проекта ОАО «Газпром» и предназначена для сбора, накопления, преобразования, обработки и использования данных и информации по п-ову Ямал и прилегающей части Карского моря на этапах проектирования, строительства и эксплуатации Бованенковского и Харасавейского газоконденсатных месторождений (ГКМ) и трассы системы магистрального газопровода (МГ) Ямал-Центр с переходом через Байдарацкую губу (рис. 1). В ее задачу входит анализ и интерпретация процессов и явлений в природной и социальной сферах, поддержка принятия обоснованных проектных и управленческих решений по объектам ГКМ.

Архитектура системы

СИС-Ямал является сложной информационной системой. Ее базовый уровень представляют так называемые компоненты (инструментальные программные средства, стандарты представления и обмена данными, коды, кодификаторы), образующие среду для разработки функциональных подсистем СИС-Ямал (рис. 2).

К настоящему времени СИС-Ямал может решать задачи трех категорий:

- формировать стартовый информационный фонд данных различного назначения (подсистема архивного банка – АБ);
- работать в режиме запрос-ответ на данные и информацию (подсистема интегрированного банка данных – ИБД);
- готовить материалы для формулирования проектного решения на основе принципа «от природных ограничений» по ряду объектов освоения посредством решения задач ФОН и ОВОС (подсистема проблемно-ориентированных приложений – ПРОП).

Подсистема АБ накапливает данные о промышленных объектах и окружающей среде, систематизирует и преобразует их во внутренние информационные стандарты СИС-Ямал. Она содержит базы данных:

- по гидрометеорологии, геокриологии, гидрологии рек, загрязнению и другим аспектам природной среды в виде массивов фактографических, текстовых, пространственных данных (топооснова и тематические карты – 180 единиц на бумажной основе, в растровом виде и в векторном формате ARC/INFO);
- по характеристикам технико-технологических объектов – ситуационный план

ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ



Рис.1. Карта Байдара茨кой губы с трассой магистрального газопровода и основными месторождениями газа.

обустройства Бованенковского ГКМ и перехода через Байдара茨кую губу;

- по методам и моделям расчета – описания и программные модули расчета характеристик природной среды;
- по нормативной и законодательной информации – описания 600 документов по предметной области системы.

Основное назначение подсистемы ИБД состоит в поддержании взаимосвязанности данных с учетом как предметной области системы, так и функциональных требований проектирования промышленных объектов и решения других задач. Результатом работы ИБД является комплексная база данных (результаты наблюдений и расчетов, литературные данные, топографические и тематические карты и другие), поддерживающая в актуальном состоянии для «питания» блока ПРОП.

В широком смысле ПРОП можно представить в виде совокупности подобранных под конкретные задачи тематических данных, ранее полученных знаний и прикладных программ, реализующих методы и модели расчетов характеристик природной среды. Все они интегрированы в единый информационно-технологический комплекс для получения новой ин-

формации, необходимой при выборе экологически оправданных и экономически выгодных проектных решений по освоению ГКМ п-ова Ямал. Основными задачами информационного обеспечения, которую выполняет подсистема, является оценка возможных воздействий проектируемых промышленных объектов на окружающую среду (т.н. задача ОВОС) и решение обратной задачи.

Практическая реализация процесса принятия обоснованного проектного решения по объектам освоения осуществляется с помощью всех подсистем СИС-Ямал. Но специализированные автоматизированные рабочие места (АРМ – ФОН и ОВОС) созданы в наиболее приближенном к пользователю блоке – подсистеме ПРОП [1]. АРМы имеют простой и доступный для понимания интерфейс, с помощью которого выполняется отбор, просмотр и обработка данных по заданному сценарию, а также анализ и интерпретация полученных результатов (рис. 3).

При выборе проектных решений необходимо использовать всю доступную информацию о текущем состоянии природной среды и характеристиках технических объектов в районе исследований. Система предоставляет возможность просмотреть автоматизированные каталоги подсистемы АБ и выбрать необходимые материалы в виде файлов данных и их описаний. Более развитые возможности доступа к данным реализованы в двух других подсистемах. На рис. 3 показан интерфейс пользователя отдельного АРМа подсистемы ПРОП для обращения к характеристикам инженерных решений по обустройству ГКМ и строительству подводного перехода.

Подсистемы СИС-Ямал взаимосвязаны, так как они разработаны с применением единых компонент. В качестве основной компоненты в СИС-Ямал используется геоинформационная технология в виде серии программных продуктов фирмы ESRI – ARC/INFO и ArcView GIS с дополнительными модулями. Эти программные средства особенно широко представлены в наиболее приближенном к пользователю блоке СИС-Ямал – в подсистеме ПРОП.

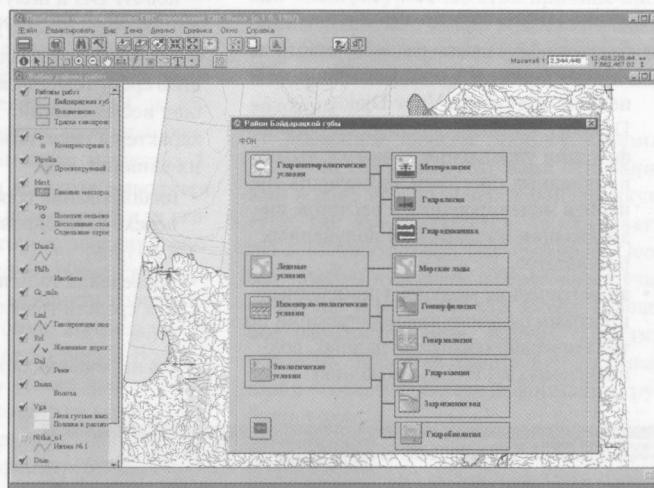


Рис. 3. Интерфейсы пользователя, обеспечивающие доступ к данным о состоянии природной среды в подсистеме ПРОП.

База данных подсистемы ПРОП

При решении прикладных задач (в частности, ОВОС) подсистема ПРОП позволяет использовать:

- первичные данные наблюдений об окружающей среде и принятых характеристиках промышленных объектов (факториальные данные);
- результаты обработки и обобщения материалов наблюдений в ходе предыдущих научных исследований в виде текстовых описаний, графиков и др. (текстовые данные);
- топографические и тематические карты, географически привязанные результаты гидродинамического и вероятностного моделирования характеристик природной среды (пространственные данные).

Унифицированность объектов в ПРОП поддерживается специальными кодами, кодификаторами и классификаторами для данных по различным аспектам природной и социальной сред. Данные представлены в более чем 25 форматах факториальных и текстовых данных и метаданных. Для описания структур факториальных данных используется язык описания архивных данных, разработан-

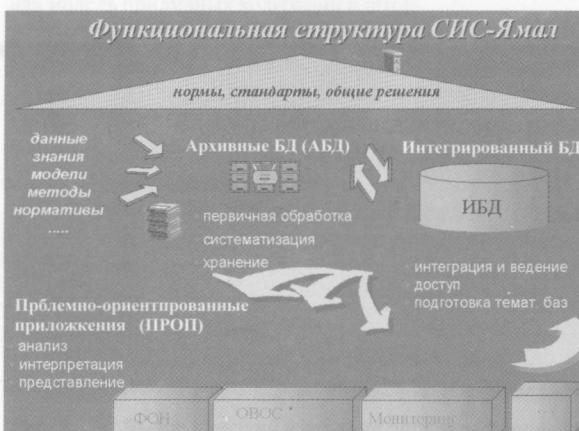


Рис. 2. Функциональная структура СИС-Ямал

ный во ВНИИГМИ-МЦД. Для подготовки и представления пространственных данных в виде цифровых карт топографической основы и тематических карт применяются стандарты ESRI (форматы ARC/INFO и ArcView GIS).

Основные особенности построения ПРОП

Подсистема разрабатывается в виде ГИС-приложений в инструментальной среде ArcView GIS. Структурно ГИС-приложение ПРОП состоит из:

- базового фрагмента, разработанного на языках Avenue и Visual Basic с применением модуля ArcView Dialog Designer, который обеспечивает общие функции управления данными, вызова прикладных программ, назначения сценариев моделирования и расчетов, визуализации и геоанализу полученных результатов;
- аналитических модулей (прикладных программ), выполняющих операции по тематической обработке данных, подключаемых к ГИС-приложению.

- навигатор – средство выбора задания, поиска и отбора необходимых данных в БД;
- рабочая карта – экран для выполнения заданий и просмотра их результатов;
- редактор сценариев – диалоговое окно для ввода параметров для работы аналитических модулей;
- исполнитель – диалоговая система работы аналитических модулей;
- сборщик отчета – средство для интеграции данных из различных источников ПРОП и получения твердых копий.

Текущая версия ПРОП позволяет рассчитать оценки воздействия на окружающую среду технических сооружений в районе исследований, задавая собственные характеристики объектов и особенности их влияния, для:

- планирования сброса грунтов в районе перехода газопровода через Байдарацкую губу;
- проведения гидроиспытаний технических средств транспортировки газа через губу;
- планирования характеристик трубопровода в связи с возможным растеплением грунтов под ним;

Параметры конуса сброса

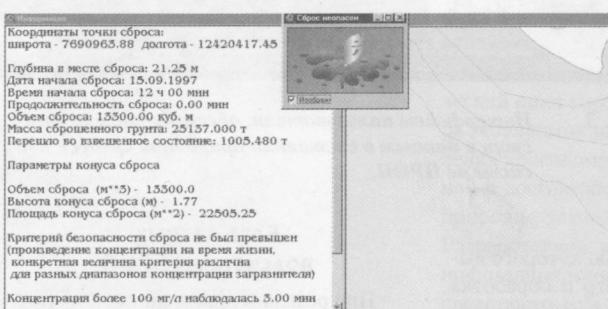


Рис. 4. Интерпретация результатов последствий залтового сброса грунта.

Информационный интерфейс базового фрагмента ПРОП и аналитических модулей осуществляется на основе применения специально разработанного псевдоязыка в виде набора конструкций для описания аналитического модуля перед его инициализацией в подсистеме, входных параметров сценария расчета, требуемых для работы аналитического модуля и выходных результатов по окончании работы модуля, их представления и анализа средствами ArcView GIS и ArcView Spatial Analyst.

Общее управление данными и заданиями в ПРОП осуществляется базовым фрагментом. При этом пользователю предоставляется взаимосвязанный набор инструментов, с помощью которых реализуется процесс анализа данных и выбора оптимальных проектных решений по размещению промышленных объектов и особенностям их эксплуатации.

техногенных взвесей в губе при проведении строительных работ и при сбросе вод, используемых при гидроиспытаниях газопроводов. Остановимся более подробно на случае оценки воздействий при залповом сбросе грунта. Интерфейс соответствующего аналитического модуля дает возможность задать фракционный состав грунта, тип используемого земснаряда и отвозной баржи, объем сброса, точки захвата и сброса грунта и ряд других параметров.

После окончания расчета на экране появляется предупреждение о несоответствии (или соответствии) критерию допустимой загрязненности в выбранной точке при заданном объеме сброса (рис. 4). В качестве такого критерия взято условие не превышения произведения концентрации на время жизни конкретной взвеси. Значение этого произведения увеличивается при уменьшении концентрации. Расчет можно повторить для любой другой точки на акватории губы.

Средства ГИС дают возможность определить размер пятна загрязнения, укрупнить масштаб рассмотрения, посмотреть конкретные значения концентраций в пятне и другую дополнительную информацию.

2. Во втором примере рассматривается раздел гидродинамических процессов подсистемы ПРОП.

При проектировании подводного перехода через Байдарацкую губу необходимо учитывать весь комплекс сложных природных условий, в которых должно осуществляться его строительство и эксплуатация. Для этого недостаточно использовать только данные наблюдений, поскольку, как правило, ряды наблюдений коротки для получения надежных статистических оценок, а нужно привлекать математическое моделирование.

Для решения задач, связанных с воздействием окружающей среды на устойчивость подводного газопровода, а также обратного влияния объекта на природ-

Примеры использования ПРОП СИС-Ямал

1. Первый пример касается оценки воздействия подводного перехода на природную среду в процессе его строительства и эксплуатации.

Прибрежная зона Байдарацкой является идеальным местом нагула молоди рыбы, обитающей в Карском море. Воздействие строительства трубопровода на окружающую среду, в первую очередь, связано с распространением

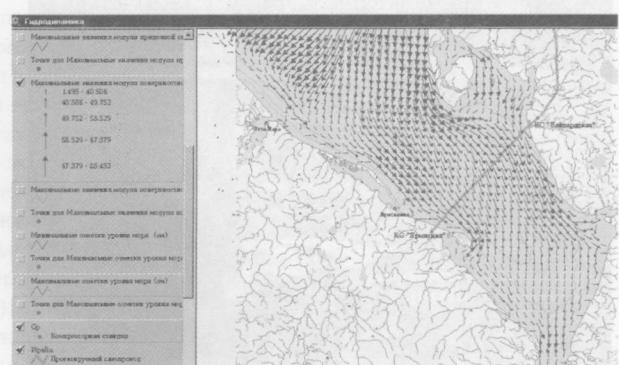


Рис. 5. Карта распределения векторов поверхностных течений в Байдарацкой губе.

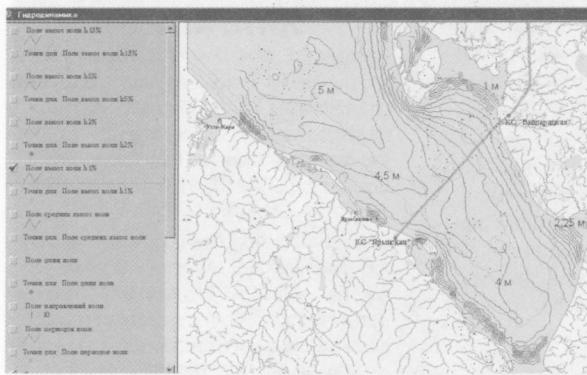


Рис. 6. Карта распределения характеристик ветровых волн в Байдарацкой губе.

ные системы требуется знание горизонтальных распределений (полей) разнообразных гидрометеорологических характеристик (течений, уровня моря, волн и т.п.). Для этих целей подсистема ПРОП СИС-Ямал содержит обширный блок (условно называемый «Гидродинамика»), объединяющий несколько аналитических модулей.

Моделирование гидродинамических процессов и явлений базируется на расчете характеристик: течений, приливов, штормовых нагонов и ветрового волнения. Эти величины были получены на основе моделей длинноволновых процессов (штормовые нагоны и приливы) и ветровых волн, а также методик расчета их режимных (включая экстремальные) значений, реализованных в рамках задачи «ФОН» подсистемы ПРОП. Математические модели позволяют прогнозировать поведение окружающей среды, предсказать ее параметры, опасные для функционирования технических сооружений. С другой стороны, модели позволяют описать влияние сооружений на окружающую среду как во время строительства, так и на стадии эксплуатации. В настоящее время в систему включены трехмерная модель приливных колебаний и шторм-

мовых нагонов и модель ветровых волн в Байдарацкой губе.

В интерфейсе модели приливных колебаний и штормовых нагонов пользователь имеет возможность задать время действия, силу и направление ветра, или выбрать необходимые данные, характеризующие конкретный шторм из базы данных системы. Результаты расчетов отображаются средствами ГИС на цифровой батиметрической карте масштаба 1:

100 000. В частности, на экран выводятся значения максимального нагона или сгона при заданном шторме, значения расчетного уровня, максимальные скорости на поверхности, в придонном горизонте или средние по глубине. Пример такой информации приведен на рис. 5. В модели «Ветровых волн» также можно задавать скорость и направление ветра. В результате расчета получаем набор характеристик волн в шторме, требуемых проектировщиками: средняя высота волн, высота значимых волн, высота волн различной обеспеченности, длина, период и т.п., которые могут быть просмотрены на экране или выведены на печать. На рис. 5 приведена высота волн 1%-й обеспеченности в шторме.

3. В третьем примере рассматривается тепловое взаимодействие газопровода с мерзлым грунтом.

Устойчивость трубопровода зависит от степени растепления грунта под системой МГ. Особенности геокриологических условий Ямала и тех объектов, которые в первую очередь будут осваиваться, заключаются в том, что проектирование и строительство любого сооружения здесь возможно только по принципу сохранения

мерзлого состояния грунтов, лежащих в основании сооружений.

Для каждого сооружения проводятся теплотехнические расчеты взаимодействия сооружения с мерзлыми грунтами оснований. К таким сооружениям относятся магистральный и внутрипромысловые газопроводы, площадки, поселки, кусты скважин, автодороги.

На первом отрезке – от Бованенского до Байдарацкой КС – трубопровод проектируется с отрицательной среднегодовой температурой. По этой причине проблемы теплового плана возникают здесь только при пересечении водных преград. Это проблемы обмерзания и пучения под водотоками.

Наиболее сложен процесс взаимодействия трубы с грунтовыми основаниями в зоне перехода через Байдарацкую губу, где предполагается перекачивать газ с положительной температурой. Особые опасения связаны с береговыми участками, где мерзлые грунты имеют сплошное распространение. В этих областях возможна просадка грунта при оттаивании и соответствующая деформация трубопровода.

Расчеты по включенной в СИС-Ямал модели теплового взаимодействия проводились на трех типовых участках: Уральском берегу, Ямальском берегу и акватории губы. В модели решается двумерная задача Стефана с подвижной межфазовой границей. Интерфейс модели позволяет выбрать участок для исследования на Уральском (или Ямальском) берегу (рис. 7). Видно, что труба уложена на песчаный грунт, выше трубы находится пятиметровый ледогрунт, 70% которого занимает лед. Весь грунт находится в мерзлом состоянии.

Проводим расчеты для температуры газа, равной 12°C на Байдарацкой КС, тогда на Уральском берегу она будет около 0°C. Рассматриваем два варианта прокладки трубы: без теплоизоляции и с теплоизоляцией. В расчетах получаем продвижение нулевой изотермы и кровли мерзлого грунта.

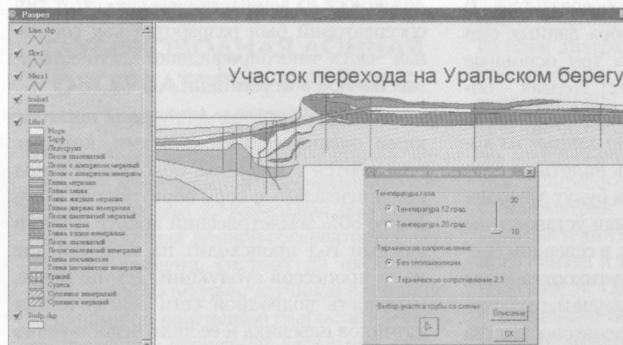


Рис. 7. Выбор участка и задание расчетных параметров модели теплового взаимодействия.

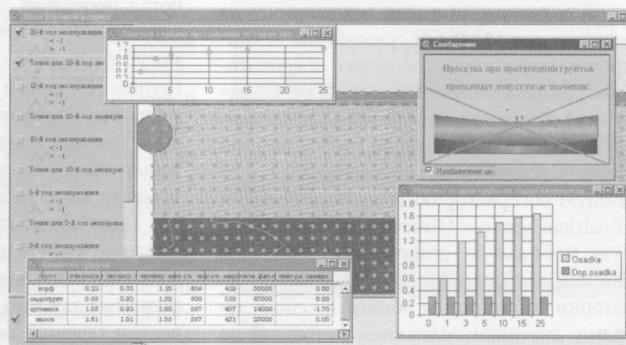


Рис. 8. Результат расчета взаимодействия газопровода с мерзлым грунтом в случае отсутствия теплоизоляции.

Система определяет, что в первом варианте осадок трубы превысил допустимое значение, и выдает предупреждающее сообщение (рис. 8). Во втором варианте граница мерзлых грунтов не изменилась, недопустимого осадка нет, и система также сообщает об этом. Подобные расчеты помогают заранее выбрать варианты проектных решений, исключающих деформации трубопровода.

Рассмотренные примеры использования СИС-Ямал характеризуют лишь небольшую часть из 25 прикладных задач,

которые могут решаться пользователем системы в настоящее время на уровне стандартного ГИС интерфейса.

В заключение отметим, что применение интегрированной СИС-Ямал представляет проектировщику мощный и эффективный в использовании инструмент для принятия оптимальных решений с точки зрения минимального воздействия на разнообразные объекты природной среды и максимальной экономической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

- Odisharia G.E., Tsvetinskaya A.S., Mikhailov N.N. and Dubikov G.I. Specialized Information System on Environment of Yamal Peninsula and Baydaratskaya Bay // Proceedings of International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE-97), 1997, Honolulu, USA, Vol. 1.1, pp. 574-581.
- Одишария Г.Э., Шершнева Л.В., Цвецинский А.С., Михайлов Н.Н., Архипов Б.В., Воронцов А.А., Баталкина С.А., Тужилкин В.С. О применении ГИС технологий для проектирования объектов добычи и транспорта ямальского газа. // ArcReview, № 4 (7), 1998, с. 12-13.

Хироясу Момма, JAMSTEC, Нориюки Фуджикава, NEC Ocean Engineering Ltd.,
Шиниширо Сузуки, Furuno Electric Co. Ltd.

ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОДВОДНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГЛУБОКОВОДНЫХ РАЙОНОВ

Одной из основных целей японской науки в 21 веке является раскрытие механизма землетрясения, которое привело бы к предсказанию подобных событий и минимизации ущерба от них. Более 80% разрушительных землетрясений вокруг Японии происходят на морском дне в зонах субдукции. Несмотря на это, сеть для сейсмического мониторинга на морском дне достаточно редка и малоэффективна. Кроме того, постоянные долговременные наблюдения необходимы для изучения таких явлений на морском дне, как выходы гидротермальных вод, хемосинтетические животные, глубоководные течения и т.п.

Для расширения сети мониторинга на морском дне JAMSTEC разработал много-профильную глубоководную обсерваторию (Comprehensive Deep Seafloor Observatory) для мониторинга подводных землетрясений и окружающей глубоководной среды. Система включает в себя кабельную донную обсерваторию реального времени (Realtime Seafloor Observatory) и автономную мобильную донную обсерваторию (Mobile Seafloor Observatory). Обе обсерватории оборудованы донными сейсмометрами, датчиками слежения за цунами по гидростатическому давлению, цифровыми видеокамерами, СТД датчиками, измерителями течений и т.д. Обсерватория реального времени в марте 1997 г. была установ-

лена в желобе Нанкай в 100 километрах от мыса Мурото на глубине 3572 метра. Данные, получаемые станцией, в реальном времени передаются на береговую станцию в Мурото, и далее в центр JAMSTEC в Йокосуке и в Японское метеорологическое агентство. В 1998 году с помощью мобильной донной обсерватории были проведены предварительные четырехмесячные наблюдения на глубине приблизительно 1400 метров к востоку от мыса Мурото. Всего в морях, окружающих Японию, будет установлено 5 подобных систем.

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 1987 года JAMSTEC разработал несколько донных обсерваторий. В зависимости от метода сбора данных они могут быть разделены на три основные группы [Momma и др., 1992]. Первая – обсерватории закрытого типа, которые являются самыми дешевыми, но данные из которых невозможно извлечь вплоть до того момента, когда наблюдения будут завершены. Такие обсерватории были установлены в заливах Суруга и Сагами, в северном бассейне Фиджи и на восточно-тихоокеанском поднятии для того, чтобы изучать глубоководные течения, биологические сообщества и выходы гидротермальных вод [Mitsuzawa и др., 1989, 1999]. Во вторую группу входят кабельные обсерватории. Такие обсерватории могут передавать показания датчиков в

реальном масштабе времени, но являются очень дорогостоящими установками. Первая в мире кабельная обсерватория, созданная JAMSTEC (Japan Marine Science & Technology Center), начала свою работу в 1993 году на глубине в 1174 метра в 6 км от острова Хатсушима в бухте Сагами [Momma и др., 1993, 1996, 1998]. Вторая кабельная система – многопрофильная донная обсерватория – была установлена недалеко от мыса Мурото в 1997 году [Fujiwara и др., 1998, Momma и др., 1997, 1998]. Третий тип – это буйковые спутниковые обсерватории, данные от которых передаются на береговые станции через спутник связи с помощью передатчика, расположенного на всплывающем буе. Этот тип обсерваторий был разработан как составная часть многопрофильной глубоководной донной обсерватории.

Японские острова окружены несколькими океаническими плитами, которые опускаются в трещины, поддвигаясь под континентальную кору, образующую сушу. Более 80% землетрясений вокруг Японии каждый год происходит на морском дне из-за процессов субдукции. Тем не менее, плотность подводной сети сейсмических датчиков невелика и ее явно недостаточно по сравнению с наземной сетью датчиков.

После землетрясения в Кобе в январе 1995 года был организован Штаб содействия исследованию землетрясений (Head-

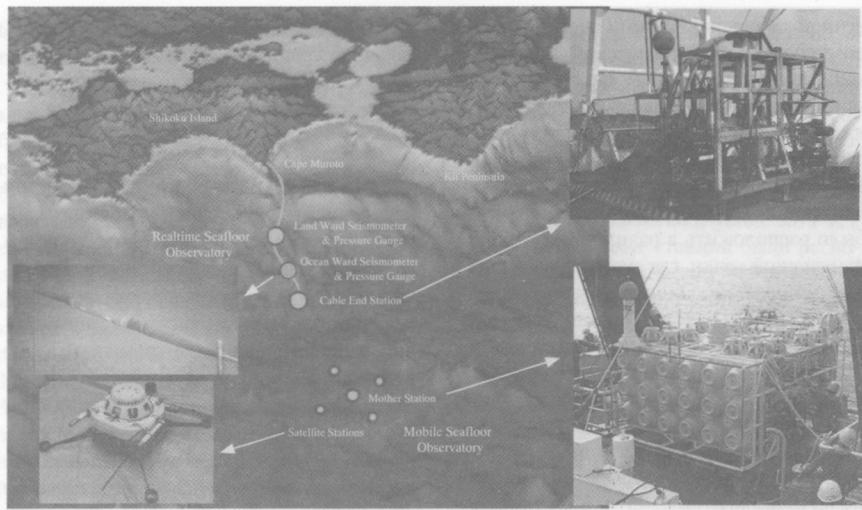


Рис. 1.

quarters of Earthquake Research Promotion), который должен был реорганизовать изучение землетрясений и направить их по новому направлению – сосредоточиться на фундаментальных исследований землетрясений вместо того, чтобы просто пытаться предсказывать их. Гигантские подводные землетрясения силой в 8 баллов происходили последовательно в 1944 и 1946 годах в желобе Нанкай недалеко от мыса Мурото и полуострова Кий. По историческим сведениям, похожие гигантские землетрясения повторяются в этом районе с интервалом 100–150 лет. По этой причине Штаб содействия исследованию землетрясений поручил JAMSTEC разработать многопрофильную глубоководную донную обсерваторию для мониторинга сейсмической активности и окружающей среды в желобе Нанкай недалеко от мыса Мурото и усилить сеть сейсмических станций вокруг Японии. Как ожидается, сочетание подводной и наземной сетей сейсмических датчиков на порядок увеличит точность измерений морских землетрясений в этом районе. В марте 1997 года система начала работу в желобе Нанкай в 100 километрах от мыса Мурото. Это первая подводная сейсмическая сеть расположена недалеко от острова Шикоку и района Канзай на западе Японии. В настоящее время планируется создание пяти таких сетей.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ГЛУБОКОВОДНАЯ ДОННАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ В РАЙОНЕ МЫСА МУРОТО

Система является комбинацией кабельной и автономной обсерваторий, как показано на рис. 1. Кабельная обсерватория, называемая донной обсерваторией реального времени, состоит из океанских донных сейсмометров, датчиков слежения за цунами по изменению гидростатического давления, окончной кабельной станции, 125-и километров оптоволоконного подводного кабеля и береговой станции. Все данные передаются на береговую стан-

ским измерителем профиля течений, двумя температурными датчиками теплового потока и гидрофоном, которые установлены на открытой титановой раме, как показано на рис. 1. Три из шести светильника включены на полную мощность. В случае неисправности светильники могут быть заменены с помощью телевизионного подводного аппарата (ROV). Гидрофоны и датчики теплового потока соединены со станцией восьмиметровым кабелем и устанавливаются непосредственно на морском дне с помощью ROV.

Данные от подводного оборудования передаются по оптоволоконному кабелю в реальном времени на береговую станцию Мурото. Используемый кабель имеет характеристики, аналогичные трансокеанским подводным телефонным кабелям. Для того, чтобы предотвратить сбой в работе всей системы из-за отказа одного датчика, к каждому из сейсмометров и датчиков гидростатического давления подключены четыре независимые оптические линии. Две оптические линии предназначены для окончной кабельной станции и для передачи управляющих сигналов на подводное оборудование. Скорость передачи данных и управляющих сигналов составляет 1.544 Мб/с.

На различных глубинах используются различные типы кабелей. На глубинах меньше 20 м используется бронированный кабель с двойной стальной оболочкой, кабель с одинарной стальной оболочкой используется на глубинах до 500 м, одинарный армированный легкий кабель используется до глубин 1000 м и легкий кабель без покрытия используется для глубин более чем 1000 м. Электропитание подводного оборудования осуществляется по одиночному проводнику. В качестве второго проводника используется морская вода. Потребляемый ток 1,1 А при напряжении от -550 В до -850 В в зависимости от нагрузки.

ДОННАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Конфигурация системы

Донная обсерватория реального времени состоит из двух сейсмометров на основе трехкомпонентных акселерометров, двух датчиков слежения за цунами по изменению гидростатического давления, окончной кабельной станции, подводного оптоволоконного кабеля длиной 125 километров и береговой станции, как это показано на блок-диаграмме на рис. 2. Конструкция сейсмометров и датчиков гидростатического давления прошла проверку в море в течение более 20 лет. Приборы были недавно модернизированы Японским институтом сейсмологии. Герметичные корпуса сейсмометров и датчиков гидростатического давления сделаны из бериллиево-много сплава и соединены в линию с помощью кабеля. Окончательная кабельная станция оборудована поворотной цветной твердотельной видеокамерой, шестью подводными светильниками по 100 ватт каждый, CTD датчиком, электромагнитным измерителем течений, акустическим доплеров-

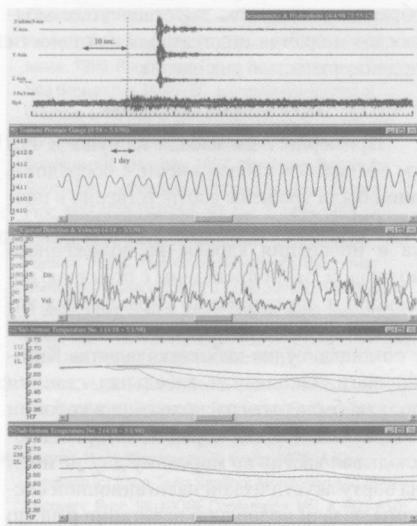


Рис. 2

В состав оборудования береговой станции в Мурото входят: блок передачи данных по оптоволоконному кабелю, блок питания постоянного тока, источник бесперебойного питания, средства мониторинга и управления системой, телеметрическое оборудование, мультиплексоры для работы в режиме разделения времени, системы отображения и хранения данных. Все данные, кроме данных гидрофона, немедленно передаются на станцию JAMSTEC в Йокосуке по цифровой линии связи 64 Кб/с. Данные о сейсмичности и цунами в реальном времени передаются в Бюро погоды японского метеорологического агентства города Осаки.

Изучение района

Для детального изучения геологических, батиметрических и биологических условий в районе установки обсерваторий в период с апреля 1996 по март 1997 года недалеко от мыса Мурото было проведено четыре круиза с эхолотом, буксируемым подводным аппаратом и обитаемым подводным аппаратом Shinkai 6500. В результате была создана точная топографическая карта вдоль маршрута кабеля с интервалом между контурами в 10 метров. Окончную кабельную станцию планировалось установить в районе расположения колонии двусторчатых моллюсков. Несколько колоний двусторчатых моллюсков *Calyptogena soyoae* было обнаружено во время исследований глубоководной камерой на восточном и юго-восточном склонах поднятия Даичи Минами Мурото на глубине примерно 3600 метров. Тем не менее, число моллюсков было не так велико, как недалеко от острова Хатсуши [Hashimoto et al., 1995]. Двусторчатые моллюски *Calyptogena soyoae* обычно наблюдаются в зоне субдукции, где вдоль разлома на поверхность выходит вода низкой температуры. *Calyptogena soyoae* питается хемосинтетическими бактериями, а бактерии питаются метаном и сульфидом водорода, которые выделяются в выходах воды низкой температуры, преимущественно вдоль разломов. Таким образом, активность двусторчатых моллюсков является индикатором активности под поверхностью дна океана.

Установка системы

Примерно 7 км кабеля на суше и 118 км подводного кабеля вместе с оборудованием были уложены соответственно в ноябре 1996 и марте 1997 года. Укладка, засыпка и инспекция кабеля, расположенного под водой, были проведены с помощью водолазов и дистанционно управляемых аппаратов. Работы проводились в марте 1997 с помощью судна-кабелеукладчика Kuroshio Maru. Окончальная кабельная станция должна была быть расположена в колонии моллюсков. Так как корабль, который прокладывал кабель по морскому дну, не имел на борту акустической навигационной системы, задачи подводной навигации решала исследовательское судно Natsushima, при надлежащее JAMSTEC. Координаты окон-

чечной кабельной станции определялись с помощью гидроакустической подводной навигационной системы на судне Natsushima и по радио передавались на борт судна кабелеукладчика, навигация которого, в свою очередь, осуществлялась с помощью дифференциальной спутниковой системы навигации DGPS. Станцию необходимо было расположить в радиусе 45 метров от намеченной точки, где существовала колония моллюсков. Окончательное расположение станции определялось путем наблюдения за дном с помощью видеокамеры окончной кабельной станции. Как показано на рис. 3, станция расположена прямо перед колонией *Calyptogena soyoae* на склоне поднятия Даичи Минами Мурото, примерно в 110 километрах от мыса Мурото, на глубине в 3572 метра. К счастью, ось

воды судном обеспечения. Вообще говоря, такая обсерватория может быть расположена в любом месте, поскольку она не связана с бретом кабелем.

Базовая станция

Базовая станция состоит из открытой алюминиевой рамы с полиуретановым антикоррозионным покрытием, модулем датчиков, всплывающих буев для передачи данных, сферами плавучести, дополнительным балластным весом для погружения, гидроакустическим размыкателем и коммуникационным акустическим ответчиком. Размеры станции – 4.1 м в длину, 3.2 м в ширину и 2.6 м в высоту (рис. 1). Общий вес с полным оборудованием примерно 5 т в воздухе и 0.9 т в воде, включая вес дополнительного балласта.

Когда балласт отсоединяется, станция получает положительную плавучесть примерно 0.35 т за счет 39-и 17-и дюймовых стеклянных сфер.

Блок датчиков включает в себя сейсмометр на основе трехкомпонентного измерителя скорости, датчик слежения за цунами по гидростатическому давлению, цифровую камеру с двумя вспышками, два температурных датчика теплового потока, гидрофон, СТД датчик, электромагнитный измеритель скорости течения. Для того, чтобы избежать эффекта турбулентности, вызванных рамой и другими приборами, электромагнитный измеритель скорости течения расположен выше рамы на 1 метр. Сейсмометр и гидрофон расположены на некотором расстоянии от рамы, что позволяет избежать влияния шумов, создаваемых течением, на показания датчиков.

Блок управления и памяти состоят из процессора и четырех жестких дисков емкостью 4 Гб каждый. Сейсмические данные сохраняются не непрерывно, а только если было зафиксировано сейсмическое происшествие. Средняя частота возникновения сейсмических событий оценивается примерно в 1000 раз в месяц. Параметры обнаружения события – такие, как порог чувствительности аппарата, оси обнаруживаемого события (X, Y или Z) и др. могут быть выбраны в ходе процедуры начальной инициализации. Данные гидрофонов сохраняются одновременно с данными сейсмометров. Полученные станцией данные архивируются и хранятся на жестких дисках.

Блок питания состоит из трех групп литиевых батарей. Первая группа, с параметрами 24 В – 48 кВт/ч, обеспечивает электропитание процессора, жестких дисков, сейсмометра и гидрофона. Вторая группа, с параметрами 6 В – 12 кВт/ч, используется для питания датчика гидростатического давления, СТД датчика, температурного датчика теплового потока и измерителя скорости течения. Третья группа с параметрами 28 В – 1.7 кВт/ч используется для цифровой камеры и вспышек. Всего емкость батарей составляет



Рис. 3.

течения Курошио, скорость которого достигает 4 узлов, проходит севернее района работ и скорость течения в точке установки не превышала 1.5 узла. Сейсмометр и датчик гидростатического давления были расположены на вершине поднятия Даичи Минами Мурото, примерно в 100 км от мыса Мурото, на глубинах в 2116 и 2384 м, соответственно. Другая пара приборов, также состоящая из сейсмометра и датчика гидростатического давления, была расположена на поднятии Тенкай, примерно в 70 километрах от мыса Мурото, на глубинах 1286 и 1544 м соответственно. После установки два сейсмометра, датчики гидростатического давления и окончальная кабельная станция были визуально проинспектированы с использованием телевизионного подводного аппарата Kaiko [Takagawa, 1995, Mikagawa и др., 1999]. Температурный датчик теплового потока и гидрофон были расположены непосредственно на морском дне.

МОБИЛЬНАЯ ДОННАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Мобильная донная обсерватория [Motma и др., 1999] состоит из базовой станции, на которой находятся несколько датчиков, и четырех вынесенных станций, которые окружают базовую станцию. Мониторинг данных этих станций проводится раз в месяц, когда одноразовый всплывающий буй передает данные через спутник ARGOS или сам буй извлекается из

61 кВт/ч, что достаточно для работы станции в течении полутора лет.

Всплывающий буй состоит из 17 дюймовой стеклянной сферы, управляющего блока, батарей, передатчика ARGOS, приемника GPS и проблескового маячка. Вес буя составляет 36 кг на воздухе и 14.4 кг в воде. Ежемесячные данные занимают объем около 300 Мб и сжимаются в объем около 1 Мб, включая одно цифровое изображение. Потом они передаются в буй, всплытие которого запланировано следующим. Скорость всплытия буя составляет около 1 м/с. Так как передача данных через спутник ARGOS осуществляется достаточно медленно, то передается только список данных, находящихся в буе. Всплывший буй подбирается судном обеспечения, после чего оттуда извлекаются данные объемом 1 Мб.

Часы базовой станции калибруются каждый месяц по данным приемника GPS.

Станция устанавливается путем свободного погружения в воду со скоростью примерно 1 м/с. Если необходимо, она может быть снова поднята и расположена в другом месте. Сейсмометры и датчики теплового потока автоматически устанавливаются на дне в тот момент, когда станция достигает дна. Датчики связаны с базовой станцией кабелями и могут быть с помощью ROV расположены в нужных местах на морском дне. После года наблюдений станция извлекается из воды, с ней проводятся ремонтные и профилактические работы и она опять устанавливается для работы.

Вынесенные станции

Каждая вынесенная станция содержит четыре цифровых сейсмометра на основе измерителей скорости. Для того, чтобы покрыть максимально возможную площадь, станции располагаются на расстояниях в 20 и 50 км от базовой станции. Каждая станция состоит из трехкомпонентного измерителя скорости, гидрофона, процессора, батарей, устройства регистрации данных типа DAT, гидроакустического размыкателя, гидроакустического ответчика, проблескового маяка и радиомаяка. Аналоговые входные данные оцифровываются в 16-битовые слова с частотой дискретизации 100 или 200 Гц. Частота дискретизации задается при инициализации системы. Данные сжимаются в три раза и хранятся на магнитной ленте EXABYTE объемом 2 Гб, которой достаточно для записи трехкомпонентных сейсмических данных с частотой опроса 200 Гц в течение 50 дней.

Мелководные и глубоководные испытания

Морские испытания были проведены на мелководных и глубоководных участках в период между апрелем 1997 года и июлем 1998. Первое и второе морские испытания были проведены на глубине 30 м в течение 11 и 36 дней соответственно. В этих испытаниях были обнаружены некоторые проблемы с всплывающими буями, передачей

данных между станцией и буями и проблемами с программным обеспечением. После решения вышеуказанных проблем, в период с марта по июль 1998 года на восток от обсерватории реального времени неподалеку от мыса Мурото были проведены экспериментальные исследования. Базовая станция была установлена на глубине 1377 м, а четыре спутниковые станции были расположены на глубинах между 849 и 1475 м. Четыре буя появились на поверхности точно вовремя и были подняты на борт судна обеспечения без всяких проблем. В случае, когда буй не был в зоне прямой видимости, он мог быть обнаружен с помощью системы определения координат спутника ARGOS или по координатам GPS, которые передаются через ARGOS. После 119 суток глубоководного эксперимента все данные со станции были успешно извлечены. Пример полученных данных приведен на рис. 2. Полное количество сейсмических событий составило 3689 за 119 дней, или 920 событий в месяц, что вполне согласуется с расчетанной частотой 1000 событий в месяц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После того, как в 1993 году начала работу первая донная система наблюдения, созданная JAMSTEC, в 1997 неподалеку от мыса Мурото была запущена вторая система, а в июле 1999 года на восток от Хоккайдо была установлена третья система. Три сейсмометра, два датчика гидростатического давления и оконечная кабельная станция были соединены с помощью 200 километрового оптоволоконного кабеля. В октябре 1999 года на острове Окинава начала работу многопрофильная донная обсерватория. Эта программа, названная VENUS [Kasahara и др., 1998a, 1998b], является попыткой повторного использования трансокеанского подводного телефонного кабеля от Окинавы к островам Гуам. В этом проекте участвуют несколько университетов, национальных и частных организаций. Датчики, такие как узкополосные и широкополосные сейсмометры, гидрофоны, датчики гидростатического давления, цифровые камеры, присоединены к узловой станции с помощью телевизионного подводного аппарата на судне Kaiko. Данные пересыпаются в режиме реального времени в центр данных VENUS в JAMSTEC. До конца марта 2000 донная обсерватория неподалеку от острова Хатсусима будет установлена заново после модернизации.

Детальная съемка маршрута укладки кабеля, суда с динамическим позиционированием, подводная навигация, установка датчиков с помощью ROV и обитаемых подводных аппаратов являются основными технологиями для высокоточной установки датчиков донных станций. Такие кабельные станции весьма дороги. Однако сейчас можно предложить широкий набор датчиков, данные которых могут быть полезны в сейсмологии, геодезии, геофизике, биологии, микробиологии, геохимии и инженер-

инге. Многоцелевое применение сократит затраты на такие наблюдения по сравнению с решением каждой из задач в отдельности.

Благодарности

Мы хотели бы поблагодарить господина Т. Такахаши и его коллег из NEC Co., господина К. Соходи и его коллег из Furuno Electric Co. Также спасибо К. Кавагучи, Р. Ивасё, Ю. Кайко и Х. Киноши из отдела глубоководных исследований JAMSTEC.

Литература

- Beranzoli, L., A. De Santis, G. Etiope, P. Favali, F. Frugoni, G. Smriglio, F. Gasparoni and A. Mariago, 1998, GEOSTAR: a Geophysical and Oceanographic Station for Abyssal Research, Physics of the Earth and Planetary Interiors, Vol. 108, No. 2, 175-183
- Hashimoto, J., Ohta, S., Fujikura, K., Fujiwara, Y., Sukizaki, S., 1995, Life Habit of Vesicomyid Clam, Calyptogena soyaoae, and Hydrogen Sulfide Concentration in Intersitial Waters in Sagami Bay, Japan, Journal of Oceanography, Vol. 51, 341-350
- Kasahara, J., H. Momma and Y. Shirasaki, 1998a, VENUS Project Overview: Multi-Disciplinary Geophysical Measurements at Ocean Bottom Using Dismissal Submarine Cables, Proc. International Symposium on Underwater Technology, 389-394
- Kasahara, J., T. Sato, H. Momma, Y. Shirasaki, 1998b, A new approach to geophysical real-time measurements on a deep-sea floor using decommissioned submarine cables, Earth, Planets and Space, 50, 913-925
- Mikagawa, T., T. Fukui and Kaiko Operation Team, 1999, 10000-Meter Class Deep Sea ROV Kaiko and Underwater Operation, Proc. 9th (1999) ISOPE Conference, Vol. II, 388-394
- Mitsuzawa, K., K. Ohtsuka, H. Momma and H. Hotta, 1989 Deployment of Long-Term Observation System by Means of JAMSTEC/Deep Tow, Proc. IEEE/OCEANS 89, Vol. 3, 820-826
- Mitsuzawa, K., K. Fujioka, T. Urabe, 1999, A year-long observation period on hydrothermal fields at the Southern East Pacific Rise, AGU 1999 Fall Meeting
- Momma, H., K. Mitsuzawa, T. Matsumoto and H. Hotta, 1992, Long-Term Sea Floor Observation in JAMSTEC, Proc. OCEANS92, Vol. 2, 697-700
- Momma, H., K. Mitsuzawa, Y. Kaiho and H. Hotta, 1993, «Hatsushima» - Real Time Long-Term Deep Sea Floor Observatory, Proc. IEEE/OCEANS '93, Vol. III, 473-477
- Momma, H., H. Kinoshita, N. Fujiwara, Y. Kaiho and R. Iwase, 1996, Recent and Future Developments of Deep Sea Research in JAMSTEC, International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol. 6, No. 4, 262-267
- Momma, H., N. Fujiwara, K. Kawaguchi, R. Iwase, S. Suzuki and H. Kinoshita, 1997, Monitoring System for Submarine Earthquakes and Deep Sea Environment, Proc. MTS/IEEE OCEANS '97, Vol. 2, 1453-1459
- Momma, H., R. Iwase, K. Mitsuzawa, Y. Kaiho and Y. Fujiwara, 1998a, Preliminary Results of a Three-Year Continuous Observation by a Deep Seafloor Observatory in Sagami Bay, Central Japan, Special Issue: Seafloor Observatories and Geophysical Networks, Physics of Earth and Planetary Interiors, Vol. 108, 263-274
- Momma, H., N. Fujiwara and S. Suzuki, 1998b, Deep-Sea Monitoring System for Submarine Earthquakes, Environment, Sea Technology, Vol. 39, No. 6, 72-76
- Momma, H., K. Kawaguchi, R. Iwase, 1999, A New Approach for Long-Term Seafloor Monitoring and Data Recovery, Proc. 9th ISOPE Conference, Vol. 4, 603-610
- Takagawa, S., 1995, Advanced Technology Used in Shinkai 6500 and Full Ocean Depth ROV Kaiko, MTSJ, Vol. 29, No. 3

Соломонов А.А., Мкртычян В.В., Белазрекомгеодезия,
Бондарук Н.Ф. Белгеодезия, Пигин А.П., НПО Кредо-Диалог

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Работы по геодезическому обеспечению магистральных трубопроводов начаты в 1983 году Объединенной комплексной экспедицией №82 аэрогеодезического предприятия №5 ГУГК при СМ СССР (сейчас – топографо – геодезическая экспедиция №82 Картографо – геодезического объединения «Белгеодезия») под общей целевой направленностью «Паспортизация магистральных нефте-, продукто- и газопроводов СССР». С 1992 г. к выполнению этой задачи присоединилось Белорусское научно-производственное объединение «Аэрогеодезия» (ранее – «Аэрогеокарт»), а с 1999 г. – Республиканское предприятие аэрокосмических методов в геодезии «Белазрекомгеодезия», а также НПО «Интеркарто». В результате по материалам аэрофотосъемочной информации впервые в СССР были выполнены топографо-маркшейдерские изыскания коридоров названных ниже действующих трубопроводов России:

- Нижневартовск – Курган – Куйбышев;
- Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск;
- Усть-Балык – Омск;
- Сургут – Полоцк;
- Холмогоры – Зап.Сургут;
- Усть-Балык – Нижневартовск;
- Холмогоры – Клин и др.

В последующем аналогичные инженерные изыскания производились на объектах Беларусь, Прибалтики, Украины: нефтепровод Унеча – Полоцк – Вентспилс, продуктопроводы и нефтепроводы «Дружба» Новополоцкого и Гомельского предприятий по транспорту нефти, Мозырского районного управления нефтепродуктов, магистральные газопроводы и нефтепроводы на территориях Ук-

раины, Латвии, Литвы и Калининградской области.

Длины коридоров обследуемых участков магистральных трубопроводов были различными, но содержание работ было везде одинаковым. В результате заказчику передавались следующие материалы:

Альбом № 1 «Топографический план объекта», включающий: топокарты на район трубопроводов масштаба 1:10000-1:50000 с нанесенными трубопроводами и отводами и их коридорами; фотосхемы или топопланы коридора трубопровода в масштабе 1:10000, схемы расположения фотосхем, каталоги координат и высот закрепленных на местности геодезических пунктов, объектов местности и трубопроводного хозяйства. Альбом для удобства снабжен таблицами условных знаков, дополнительной информацией, перечнем применяемых сокращений.

Альбом № 2 «Паспорт перегона», составляемый на участки между нефтеперекачивающими или газокомпрессорными станциям. В альбом включены: схемы расположения коммуникаций с пикетажем через 500 метров по каждому нефтегазопроводу в масштабах 1:10000 вдоль и 1:1000 поперек коридора, подробный продольный профиль каждого трубопровода в данном коридоре (масштабы – горизонтальный 1:10000, вертикальный 1:1000, глубины залегания трубопровода 1:1000), глубина залегания верхней образующей трубопровода определялся шурфованием, металлическим щупом, трубокабелеискателем или комбинированным методом с инженерно – геодезическим интерполированием; ведомости пересечений подземных, наземных, воздушных коммуникаций, технологических установок и устройств трубопровода (задвижек, колодцев, резервных ниток, катодных станций, вертолетных площадок, домов линейных обходчиков, пунктов обогрева



и др.), ведомости строений и сооружений, находящихся в охранной зоне трубопровода.

Альбом № 3 «Технический отчет», состоящий из пояснительной записи, схемы ходов планово – высотного обоснования, схемы увязки геодезического обоснования, абрисы закрепленных пунктов планово-высотного обоснования, акты сдачи на хранение пунктов геодезической основы.

Для решения оперативных задач службами, эксплуатирующими трубопроводы, дополнительно изготавливались альбомы сокращенных эксплуатационных профилей магистрального трубопровода в масштабах: горизонтальный 1:10000, вертикальный 1:1000 – 1:25000 с ситуационным планом (масштаб 1:100000), пикетажной характеристикой пересечений основных коммуникаций.

Ширина полос, покрываемых топографо-маркшейдерскими съемками в масштабе 1:10000, достигала в зависимости от условий местности и диаметров трубопроводов 1 км. Ширина обзорной топографической информации в масштабах 1:50000-1:100000 определялась конкретными потребностями.

Кроме названных работ, в разные периоды в разном объеме выполнялись в масштабах 1:1000 – 1:500 топографо-геодезические и маркшейдерские съемки нефтеперекачивающих станций (НПС) с их комплексами инженерных подземных коммуникаций. Целью подобных работ было обеспечение эксплуатационных и технических служб точной и подробной информацией о планово-высотном положении зданий, сооружений, наземных и подземных коммуникаций для планирования, разработки и реализации мероприятий по улучшению режима их эксплуатации и принятию оперативных решений в случае возникновения аварийных ситуаций.

С 1989 г. в связи с возникшими тогда и нараставшими в последующем финансовыми затруднениями в нефтегазовой отрасли СССР, по решению руководства «Заптрансгаз» (теперь – Государственное предприятие «Белтрансгаз») совместно с исполнителями работ количество поисковой информации на все магистральные газопроводы и газопроводы – отводы было уменьшено.

В результате на территории Беларуси для магистральных трубопроводов изготавливались топографические альбомы со специализированной информацией в масштабе 1:10000. При этом изыскания выполнялись одновременно с работами по техническому осмотру и текущему ремонту трубопроводов в стадии их интенсивной эксплуатации с соблюдением технических регламентов и условий заказчика.

Изыскания включали: фиксацию осей трубопроводов, обозначение столбами-маркерами и спецзнаками, установку контрольно-измерительных колонок, их покраску, координирование, составление планово-карточеского материала, паспортов переходов и др.

С таким содержанием названные работы выполняются в Беларуси и в настоящее время.

ОБЪЕМЫ РАБОТ, ПРОБЛЕМЫ И НЕДОСТАТКИ ПРИ ИХ ПРОВЕДЕНИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Общая протяженность нитей газопроводов в Беларуси составляет 5500 км, а нефтепроводов – 2910 км при их вытягивании в одну нить. К ним прибавляется газотранспортная система «Ямал – Западная Европа» общей протяженностью в 580 км, из которых 212 км на территории Несвижского УМГ (81 км) и Слонимского УМГ (131 км) уже функционируют. Как видим, масштабность и объемность отрасли нефте – газопроводов даже на территории Беларуси огромна. Следовательно, то же можно сказать и о ее геодезическом обслуживании, роль которого неизбежно возрастает в связи с повышением требований к предотвращению аварий (в белорусской земле лежит уже более 8630 км труб). А последствия аварий весьма ощутимы. Например, в период с 1992 по 1997 г. их было 11. Из них на трубопроводах, построенных в 1964 – 82 годах произошло 4 аварии, в 1988 – 3, в 1991 – 1, в 1995 – 1. Как видим, молодость объектов не уменьшает вероятность аварий. Весьма чувствителен и урон от них. Так в аварии, произошедшей 18.02.97 на газопроводе Торжок – Минск – Ивацевичи, 3-я нитка, сданном в эксплуатацию в 1982 г., «безвозмездные потери газа» составили 941 000 м³, а затраты на ее ликвидацию 1266479000 тогдашних белорусских рублей. В системе предотвращения таких потерь должна быть увеличена роль геодезического контроля в установлении трубных деформаций. Пока же периодичность наблюдений составляет 5-6 лет.

К другим проблемам рассматриваемого вида работ относятся неопределенности в требованиях к точности специальной геодезической опоры магистральных трубопроводов (СГОТ), создаваемой по трассам трубопроводов. Их параметры, приведенные во многом неопределенны и необоснованы. По нашему мнению, ошибка взаимного положения двух смежных пунктов ($S = 2 - 3$ км) не должна превышать в плановом отношении 3 см, а в высотном 2 – 3 см. Кроме того, сама привязка СГОТ (линейно вытянутой в одном направлении) к пунктам существующих

исходных государственных геодезических построений (ИГПП) также имеет определенные недостатки. Заключаются они в том, что пункты ИГПП находятся в разных координатных зонах, с разными искажениями расстояний между ними в проекции Гаусса. Ошибки взаимного положения пунктов ИГПП не всегда могут обеспечивать требования к точности СГОТ. Поэтому последняя должна, видимо, ориентироваться на глобальные системы координат (WGS-84, ITRF-94, ПЗ-90). Так как в Беларуси такой привязки ИГПП нет, то предварительно можно использовать в этих целях каркасные пункты геодезической аэродромной сети, определенные в системе координат WGS-84. Они в последующем обязательно будут включены в ИГПП.

Создание специальной геодезической опоры магистральных трубопроводов в глобальной системе координат (WGS-84) актуально не только по причине линейной вытянутости трубопроводной сети и подачей по ней газа ОАО «Газпром» на сверхдлинные расстояния, но и осуществлением им при этом оперативной связи по спутниковым связям «Ямал».

До недавнего времени СГОТ создавались традиционными методами. Топографо-геодезические и маркшейдерские работы на трассах и площадках трубопроводов осуществлялись по той же традиционной технологии. И только уже готовые материалы, полученные традиционными приемами, переводились в электронную форму, которая включала в себя:

- цифровую модель местности с современной ситуационной обстановкой;
- цифровую модель площадок объектов МГ (Генплан), которая является основной составляющей в системе файлов геоинформационных систем по решению организационно-производственных задач эксплуатации объектов газотранспортных систем ГП «Белтрансгаз».

Представление в цифровом и традиционном (на твердом носителе) виде графической и текстовой информации Генерального маркшейдерско-геодезического плана осуществлялось с целью обеспечения ее наглядности, хранения в компактном виде, быстрого поиска, доступа, обмена и обработки в компьютерных системах и дальнейшего оперативного использования для управления газотранспортной системой ГП «Белтрансгаз».

В результате выполнения этих работ Заказчику передавались:

- информация (цифровой Генплан) на магнитных носителях в формате DXF для последующего размещения в ГИС-программах Заказчика с возможностью воспроизведения фрагментов на листах формата А4, А3 и спецформата 960x720 (мм);

- одноцветная копия Генплана на картбу-
маге формата 960x720 (мм) – 5 экз.;
- многоцветная копия Генплана на карт-
бумаге формата 960x720 (мм) – 5 экз.;
- описание структуры передаваемой ци-
фровой информации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ CREDO

Система CREDO успешно внедрена предприятиями БНПО «Аэрогеодезия», УП «Белаэркосмогеодезия», НПП «Интеркарто» на линейных и площадных объектиках ГП «Белтрансгаз», Новополоцкого предприятия «Дружба» по транспортировке нефти и нефтепродуктов. Использование CREDO для маркшейдерского обеспечения транспортировки продуктов применялось не только вышеперечисленными организациями Беларусь – аналогичные технологические разработки успешно внедрены в Московском университете землеустройства на нефтепроводе «Дружба». CREDO обеспечивает следующие технологические процессы:

- Создание плановой и высотной геодезической опоры, результаты полевых измерений которой сразу фиксируются в полевых регистрациях или памяти электронных тахеометров и потом обрабатываются по программе CREDO_DAT.
- Выполнение инженерно-топографо-маркшейдерской съемки местности, которая производится с использованием спутникового геодезического оборудования (при хороших условиях приема спутниковых сигналов на открытой местности) и электронных тахеометров на застроенных и залесенных территориях. Параллельно производятся обмеры зданий и инженерных сооружений с ведением подробного абриса. Согласно требованиям заказчика топосъемка ведется с точностью, полнотой и детальностью масштаба 1:500 с высотой сечения рельефа 0,5 м. Съемке обязательно подлежат: люки колодцев, выходы потенциалов, сторожки нефтепровода, опоры ЛЭП и ЛЭС с указанием высоты и количества проводов. Измеренные величины записываются непосредственно в память прибора. Нажатием одной кнопки на электронном тахеометре измеряются углы и расстояния, которые записываются во внутреннюю память прибора или на сменные электронные карты. Данные после обработки в системе CREDO_DAT поступают в систему CREDO_TER, где собственно и производится формирование цифровой модели местности. Окончательная точность съемки по результатам контрольных измерений после приемки работ характеризуется величиной средней квадратичной ошибки до 8 см относительно съемочного обоснования и до 5 см – во взаимном положении между ближай-

шими выраженным элементами капитальных зданий и сооружений.

Съемка инженерных подземных и наземных коммуникаций, которая осуществляется с использованием электронных тахеометров (TC 600 производства Leica), а подземных – с использованием электронных приборов для обнаружения подземных коммуникаций (интерактивный трубокабелеискатель FM 9809 производства Metrotech). Плановой съемке инженерных коммуникаций подлежат: ось коммуникаций, колодцы, камеры, контрольные трубы, гидранты, распределительные шкафы, трансформаторные будки и т.п. Непосредственно в процессе съемки производится обследование колодцев, кабельных шахт и труб. В высотном отношении определяются отметки земли, обечайки и дна колодцев, верха и лотков труб. Выясняются материал и диаметр труб, их техническое состояние и технологические схемы прокладки. При съемке коммуникаций по возможности привлекаются технические специалисты, ответственные за состояние инженерных сетей. Передача информации по снятым подземным коммуникациям в

CREDO_TER для включения в ЦММ производится автоматически для объектов, снятых электронным тахеометром, или в режиме интерактивного графического редактирования для других случаев.

Камеральный процесс, при котором результаты полевых измерений посредством интерфейса и программ перекачки данных, поставляемых с геодезическим оборудованием, экспортируются непосредственно из прибора в полевой компьютер, а затем в программный модуль CREDO_DAT. Эта система позволяет производить импорт данных с электронных тахеометров, полевых регистраторов, из текстовых файлов координат, полученных по результатам спутниковых измерений и др. На сегодняшний момент модуль читает форматы фирм SOKKIA, GEODIMETER, LEICA, ZEISS, NIKON, TOPCON, ASCII-файлы GPS и других систем конвертером, поля и дескрипторы которого настраиваются пользователем. При импорте автоматически производятся предварительная обработка измерений, горизонтальных проложений, превышений, предварительных координат. Кроме того, сохраняется возможность ручного ввода данных с клавиатуры из рукописных журналов и ведомостей.

Создание цифровой модели местности в программном модуле CREDO_TER. Импорт данных для построения ЦММ осуществляется как из других модулей CREDO (CREDO_DAT, CREDO_LIN), так и из систем дигитализации, векторизации, обработки аэрофотосъемки и текстовых файлов координат из внешних систем. ЦММ включает математическое представление поверхности (модель рель-

ефа) и ситуации (зданий, сооружений, дорог, коммуникаций и т.д.).

- Создание профилей трубопроводов в системе CREDO_LIN. По участкам трассы и площадкам, на которых создавалась ЦММ, такие профили системы CREDO_LIN формирует автоматически.

Возможности комплекса CREDO НПО «Кредо-Диалог» используются республиканским унитарным предприятием аэрокосмических методов в геодезии «Белаэркосмогеодезия» в настоящее время и при строительстве и эксплуатации магистрального газопровода Ямал-Европа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технические указания на производство топографо-маркшейдерской съемки нефтепроводов в масштабе 1:10000 (для объектов Свердловской и Тюменской области). Полевые работы. Минск. Объединенная комплексная экспедиция № 82 аэрогеодезического предприятия №5 ГУГК при СМ СССР
2. Магистральные трубопроводы (СНиП 2-05.06-85), Госстрой СССР, 1985 г.
3. Субботин И. Е. Инженерно-геодезические работы при проектировании. строительстве и эксплуатации магистральных нефтепроводов, Москва, «Недра», 1987 г.
4. Нефтепроводы, прокладываемые на территории городов и других населенных пунктов (СНиП 2-05.13-90), Госстрой СССР, Москва, 1990 г.
5. Материалы научно – технических отчетов по инженерно – техническим изысканиям, выполненных в 1990-1995 гг. государственным объединением «Белгеодезия» и БНПО «Аэрогеодезия» на территории нефте- и газопроводов в Беларусь и Российской Федерации, Минск, «Белгеодезия» и «Аэрогеодезия»
6. Руководство по геодинамическим наблюдениям и исследованиям для объектов топливно-энергетического комплекса, Москва, Министерство топлива и энергетики Российской Федерации, 1997
7. Мкртычян В.В., Бондарук Н.Ф., Соломонов А.А. Геодезическое обеспечение наблюдений за устойчивостью нефте- и газопроводов на землях сельскохозяйственного назначения в Беларусь// Тезисы докладов II научно – технической конференции по тематике «Проблемы безопасности и надежности трубопроводного транспорта», Новополоцк, Беларусь
8. Соломонов А.А. Сегодня Беларусь – с нефтью и газом. А как будут жить наши потомки через 100 лет? //«Народная воля», №156, 1997
9. Мкртычян В.В., Кузнецова Г.И., Ковалев А.А. Создание в Республике Беларусь основы для модернизации государственной геодезической сети// «Геодезия и картография», №7, 1999

Т. Бакирова, Начальник отдела ГИС Института СургутНИПИнефть ОАО «Сургутнефтегаз»

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ INTERGRAPH ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Сургутский научно-исследовательский и проектный институт «СургутНИПИнефть», структурное подразделение ОАО «Сургутнефтегаз», выполняет функции генерального проектировщика обустройства нефтегазовых месторождений на территории 6 нефтегазодобывающих управлений (НГДУ). Институт располагает квалифицированными кадрами, в том числе специалистами в области геодезии, картографии, аэрофотогеодезии, гидрологии, экологии, а также специалистами по информационным системам.

В 1994 году институт приступил к освоению технологий создания и обновления электронных топографических и специальных планов, использования ГИС-продуктов для решения изыскательских и проектных задач. Многие специалисты имеют сертификаты фирм-производителей ПО ГИС и российских организаций, обладающих опытом создания и ведения ГИС. В августе 1997 года ОАО «Сургутнефтегаз» получило лицензию на создание и обновление электронных карт и планов.

В феврале 1998 года в институте был создан отдел географических информационных систем (ОГИС) с функциями разработчика и администратора ГИС ОАО «СНГ». Специалисты отдела прошли обучение в корпорации Интеграф и крупных российских компаниях. Заказчиками и пользователями продукции ГИС-отдела являются структурные подразделения и службы аппарата управления ОАО «Сургутнефтегаз». Значительную часть графической информации создают маркшейдерские службы НГДУ. В феврале 2000 года ОАО «Сургутнефтегаз» получило лицензию Роскартографии на создание и ведение ГИС.

При выполнении работ в качестве подрядных организаций активно привлекаются предприятия Роскартографии: Экспедиция №161 Западно-Сибирского АГП, «Уралэрогеодезия», «Уралгеоинформ», а также «УралНИИГипромз», За-

падно-Сибирское лесоустроительное предприятие, Институт Леса Сибирского отделения РАН (Новосибирск), Государственный Гидрологический институт (Санкт-Петербург).

Целью создания ГИС ОАО «СНГ» является разработка, создание и ведение единой пространственной базы данных для эффективного решения производственных, управленческих и инвестиционных задач на протяжении всего цикла производственной деятельности ОАО «Сургутнефтегаз», включая:

- поисковые и разведочные работы;
- разведка и обустройство месторождений;
- организация транспортных потоков;
- экологический мониторинг;
- эффективное управление недвижимостью;
- контроль состояния объектов обустройства месторождений;
- повышение качества обработки, представление и документирование информации;
- учет состояния и использование природных и земельных ресурсов;
- представление форм отчетности, требуемой государственными органами;
- и многое другое.

Технология ведения работ в этой области отрабатывается в ОАО «Сургутнефтегаз» с 1994 года. После длительных поисков, проб и ошибок в качестве базового программного обеспечения для создания ядра системы используется Intergraph MGE и новые продукты семейства Geomedia.

Установлены рабочие контакты со специалистами представительства фирмы Intergraph в России. В течение многих лет квалифицированную оперативную поддержку и помощь оказывают специалисты ЦПГ «Терра Спейс»; на базе их предприятия специалисты института прошли обучение работе с базовыми модулями системы.

Опыт эксплуатации программного обеспечения фирмы Intergraph показал высокую производительность и надежность созданного ядра системы и возможность подключения подразделений предприятия к системе даже на этапе построения базового варианта.

Масштабируемые программные решения фирмы Intergraph позволяют решать задачи создания единой геоинформационной системы ОАО Сургутнефтегаз, охватывающей более 60 тысяч квадратных километров и включающей набор карт масштабов от 1:200000 до топопланов масштаба 1:500, различные тематические слои, трёхмерную цифровую модель рельефа, обработку материалов аэрофото и космосъёмки разных масштабов. Поскольку вся атрибутивная информация хранится в стандартных базах данных, например, таких, как Oracle, можно накапливать и анализировать практически неограниченные объемы данных, в том числе географических, устанавливать связь с другими, имеющимися в ОАО базами данных. Так, например, были интегрированы программными средствами Intergraph электронные карты с геологической базой данных по скважинам и с технологическими данными по объектам нефтедобычи системы АЛЬФА.

Для каждого структурного подразделения, в соответствии со спецификой решаемых задач, система легко наращивается до требуемого уровня функциональности без переконфигурации и нарушения текущего информационного обмена между подразделениями.

В ходе выполнения предварительного проекта по разработке и созданию базового варианта ГИС «Сургутнефтегаз» приобретены и успешно эксплуатируются:

- программные средства MicroStation и MGE для цифровой картографии и организации информационной системы,
- программные средства Geomedia и Geomedia WebMap для организации до-

- ступа к центральной базе данных Oracle с удаленных клиентских мест,
- программные средства MGE для построения и анализа трехмерных моделей рельефа. Создана и наполняется структура данных в СУБД Oracle.

Опыт по созданию подсистемы учета недвижимости показал возможность интеграции внедряемой в ОАО «СНГ» системы SAP/R3 с геоинформационной системой предприятия посредством настраиваемых модулей Intergraph и Bentley Systems. Работы в этом направлении только начинаются, и окончательная конфигурация и настройка интегрированной системы может быть получена после анализа и детальной проработки модели данных объектов недвижимости и анализа всех необходимых информационных связей между подсистемами.

На основе базовой ГИС легко могут быть организованы подсистемы земельного кадастра, кадастра недвижимости, управления территорией нефтегазодобывающего предприятия, промышленного и экологического мониторинга и мониторинга природопользования. Работы по многим из этих направлений уже начаты. Реализация и интеграция подсистем проводится на основе программных средств Geomedia, Geomedia Pro и Geomedia Web Map используемых в отделе ГИС Сургут-

НИПИнефть. Специалисты отдела с помощью встроенных средств Intergraph напрямую, без преобразования, получают данные из ГИС других отделов, осуществляют обмен данных с клиентских мест в центральную базу данных и обратно и поддерживают топологическую целостность и защиту данных при каждом обновлении. Именно так может быть интегрирована подсистема земельного кадастра, функционирующая на предприятии на программных средствах MapInfo/Кадастровый офис, а также подсистемы, построенные на базе ArcInfo/ArcView.

Для решения задач экологического мониторинга могут быть эффективно использованы модули MGE, в частности TerrainAnalyst, имеющиеся в отделе ГИС, и модули Geomedia на клиентских местах экологов. На основе 3-мерного моделирования рельефа и анализа данных, содержащихся в СУБД, ГИС-отдел формирует матрицы уклонов для территорий и размещает их в центральной базе данных. На рабочем месте эколога в НГДУ и других подразделениях ОАО устанавливается модуль Geomedia с соответствующими настройками интерфейса. С помощью этого модуля производится совместный анализ географической информации, технических характеристик, геологических данных, матриц уклонов и другой информации, отно-

сящейся к заданной территории и хранящейся как в центральной базе, так и локально на рабочих местах. На основе анализа интегрированных данных может быть проведена оценка ущерба окружающей среды, построены карты линий стекания (гидростоков), рельефа местности, карты нарушенных земель, карты прогноза растекания нефти в результате утечки, карты экологически опасных участков системы нефтепроводов и т.д. Результаты анализа сохраняются как локально, так и могут быть размещены в центральную базу данных для дальнейшего использования другими подразделениями.

В настоящее время специалисты института выполняют работы по созданию Web-сервера. Приобретена сетевая версия Geomedia WEB, которая в случае наличия локальной сети или модемной связи может быть уже сегодня, без дополнительных затрат, использована на рабочем месте руководителя любого уровня для анализа информации и принятия решения.

Несмотря на определенные трудности и проблемы, работы по созданию ГИС ОАО «СНГ» продолжаются, расширяется перечень задач, решаемых с помощью ГИС, множится круг пользователей.

Б.М. Малибашев, компания «Аэрогеофизика»

ПРИМЕНЕНИЕ DGPS RTCM ДЛЯ ВЫНОСА В НАТУРУ БУРОВЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПРИ НАЗЕМНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В настоящее время все возрастающие требования к производительности топогеодезических работ, предусматривают использование полевых методов с получением координат в реальном масштабе времени. Удачным решением такого рода задач, при плановой точности 1 метр и грубее, является съёмка в режиме DGPS, с передачей дифференциальных поправок в формате RTCM-104.

Как раз, такие требования предъявлялись к методам съёмки на объекте ОАО «Нарьян-МарСеймоЗаведка» при выносе в натуру проектных позиций точек буровых и сейсмических профилей.

Для выполнения этих работ ОАО «Нарьян-МарСеймоЗаведка» арендовало у компании «Аэрогеофизика» GPS оборудование для работы в реальном времени, состоящее из:

- трёх передвижных комплектов для установки на вездеходы, на основе приёмников Trimble 4000SSE, одночастотных антенн Compact Dome, приёмной радиостанции, цифрового модема, накопителя данных TDC1 с программным обеспечением Survey Controller версии 4.25
- одного базового комплекта на основе Trimble 4000SSE с антенной Compact

L1/L2, передающей радиостанции и цифрового модема

- необходимых кабелей и 2-х устройств OSM II для зарядки аккумуляторных батарей и перекачки данных в компьютер

Для передачи и приема дифференциальных поправок применялся комплект цифрового радиооборудования, разработанный компанией «Аэрогеофизика», который проходил стадию окончательных полевых испытаний.

Работы по настройке и запуску оборудования в эксплуатацию производились в период с 1 по 15 марта 2000 года в располож-

жении полевой партии, непосредственно в районе работ.

Создание опорной сети

Первоначально, для получения параметров перехода из системы координат WGS-84 к системе координат СК-42 были произведены наблюдения на пунктах ГГС в режиме статики с последующей постобработкой. Для проезда к исходным пунктам, во время метели, их координаты были переведены в систему координат WGS-84, что позволило в режиме навигации выводить вездеход в заданную точку с точностью порядка 100 метров. Также были определены две вспомогательные точки SEND и N155 для переустановки базовой станции, расположенные таким образом, чтобы обеспечить уверенный приём дифференциальных поправок на всей проектной площади. Для ежедневного контроля исправности оборудования в расположении базы партии была определена контрольная точка CONT (см. схему опорной сети).

Обработка результатов наблюдений производилась в программном пакете GPSurvey 2.35a разработанном компанией Trimble Navigation Limited. Для получения параметров преобразования из системы координат WGS-84 в СК-42 по пунктам с известными координатами, использовался модуль GPTrans. В качестве исходных использовались 5 пунктов MEDN, PEND, EFREM, UMZO, MARM. На пункте MARM в дальнейшем была установлена базовая станция.

Координаты исходных пунктов, выбирались из сводки неуравненных полигонометрических ходов. При этом средняя невязка опорной сети составила приблизительно 5 метров.

Поскольку на удалении ближайших 50 км других исходных пунктов не было, и такая точность исходной сети устраивала заказчика, то работы на объекте были продолжены.

Таким образом, были получены параметры перехода к СК-42, которые в дальнейшем использовались в программном пакете Trimble Survey Office v. 1.5.

Подготовительный этап

Передача дифференциальных поправок осуществлялась в формате RTCM версии 2.0 с интервалом в 1 секунду, на скорости 1200 бод в диапазоне частот 146-174 МГц УКВ. Радиопередатчик мощностью 25 ватт с шириной полосы канала 25 Кгц, обеспечивал зону уверенного приёма поправок на удалении до 10 км от базовой станции. Базовый комплект был смонтирован в передвижном вагончике установленном на металлических «лыжах» и оборудован портативной электростанцией. В качестве резервного питания имелся комплект аккумуляторов. Такое расположение базовой станции позволяло, после отработки зоны

радиусом 8-10 км, перевозить станцию на новое место с помощью бульдозера.

Подвижные комплекты устанавливались на трёх вездеходах ГАЗ. GPS приёмник и радиооборудование размещалось в кабине, приёмная антенна была установлена на крыше будки. Антенна GPS была закреплена на штанге по левому борту вездехода так, чтобы обеспечить свободную установку вешек для закрепления точек профиля на местности.

Технология работ

В ПО Trimble Survey Office v. 1.5 была задана система координат СК-42 горда на основе, предварительно определенных параметров преобразования из системы WGS-84 в СК-42.

Проектные точки сейсмических и буровых профилей из программного обеспечения Autocad версии 14, используемого специалистами ОАО «Нарьян-МарСеймоБур» для проектирования, через ASCII формат, импортировались в ПО Trimble Survey Office версии 1.5. Далее проектные профили загружались в накопители данных TDC1.

По окончанию рабочего дня фактические позиции точек, записанные в поле, выгружались из накопителей TDC1 в ПО Trimble Survey Office v. 1.5, где производилась оценка невязок проектных и фактических позиций. Координаты и высоты вынесенных точек профиля экспортировались в DWG или ASCII формат. Эти данные, в дальнейшем, могли быть загружены в ПО Autocad или переформатированы в SEG формат для экспорта в программное обеспечение заказчика.

Вынос в натуре

Вся необходимая информация для навигации вездехода в проектную позицию и выноса точки в натуре с закреплением на местности, выводилась на дисплей накопителя TDC1. Оператор выбирал начальную точку профиля из списка проектных точек рабочего проекта и в навигационном

режиме выводил вездеход в заданный район работ. На навигационном экране контроллера TDC1 непрерывно отображались данные о расстоянии до точки, направлении движения, смещения от линии профиля влево/вправо. Это позволяло выводить вездеход в проектную позицию с точностью порядка десятков сантиметров. По выезду в проектную точку координаты записывались в течение 5 секунд.

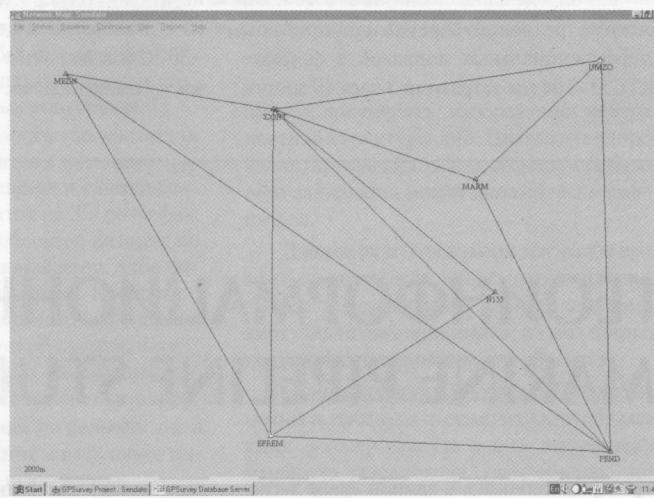
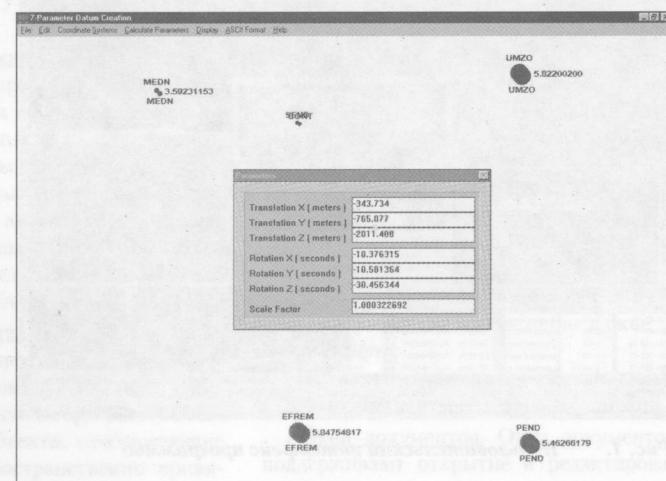


Схема расположения сети опорных пунктов

Во время передвижения между точками и записи позиции, оператор, также мог контролировать данные системы – количество спутников видимых в текущий момент, значение PDOP, качество спутникового сигнала, состояние приёма дифференциальных поправок и режим наблюдений.

Проверка оборудования

Для проверки оборудования, 14 марта 2000 было произведено определение фактических позиций вынесенных точек. На профиле длиной 8800 метров уже были закреплены 176 точек с интервалом 50 метров. Вынос этих точек на местность производился традиционным методом – для измерения углов использовались оптические теодолиты класса Т-30, 2Т5, а для измерения расстояний шнур. По окончанию



работы на профиле мы сравнили фактические позиции вынесенных точек с проектными позициями.

Ошибки выноса в натуру традиционным методом составили от 20 до 40 метров.

В то же время, ошибки выноса в натуру методом DGPS RTCM лежат в пределах 0.5-1 метра, что соответствует заявленной точности системы.

На определение позиций 176 точек в режиме реального времени с приёмом дифференциальных поправок в формате RTCM -104 мы затратили 3 часа 40 минут.

Заключение

Район проведения работ, расположенный в 300 км восточнее города Нарьян-Мар, и в 80 км южнее побережья Баренцева моря. Это местность характерна полным отсутствием лесных массивов и резких перепадов высот, что позволяет принимать поправки на максимально возможном удалении от базовой станции. Кроме того, средняя температура воздуха в течение полевого сезона с декабря по март держится на уровне -30° С и ниже, что в сочетании с периодами нулевой видимости, во время снежной

пурги, делает работу традиционными методами, по крайней мере, непродуктивной.

Создание точной исходной основы является для этого района наиболее первостепенной задачей. Такие работы, могут быть произведены комплектом двухчастотных GPS приёмников.

Поэтому GPS методы работы в реальном времени являются разумным решением такого рода задач, обеспечивая проектную точность и высокую производительность.

И.Р. Межуев, ЗАО «Интари»

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА MARINE PIPELINE STUDIO

Н аходящийся в единой среде легкодоступный и полный набор данных по трубопроводу является ключевым элементом для принятия решений в нефтегазовой индустрии. В настоящей работе приведены результаты разработки специализированной геоинформационной системы для управления данными изысканий по проекту газопровода «Голубой поток».

Конечной целью информационной системы проекта является создание инструмента для эффективного хранения и управления данными о состоянии газопровода на протяжении всего срока его жизни, начиная с проектирования и вплоть до консервации, инструмента, который будет обеспечивать единый интерфейс для анализа данных по

газопроводу как с инженерной точки зрения, так и с точки зрения реального мира.

Огромный массив разнородных данных, поступивших от разных компаний, проводивших инженерные изыскания по проекту «Голубой поток», поставил перед разработчиками задачу создания единой геоинформационной базы данных с интерфейсом, обеспечивающим легкий доступ к любому имеющемуся в массиве документу, используя как пространственные, так и смысловые запросы.

Перед разработчиками этой базы данных были выдвинуты следующие требования:

- уменьшить объем рутинной работы по приведению данных к единому формату, сохранить исходные форматы данных, сократить ручное редактирование при вводе новых данных;
- обеспечить полнофункциональную работу множественных клиентов, в том числе через Internet. Предусмотреть меры многопользовательской безопасности;
- обеспечить графическое динамическое отображение движущихся объектов;
- обеспечить координатную привязку объектов

на основе изменяющейся в реальном времени входной информации;

- реализовать множественную динамическую атрибутивность объектов, при которой атрибут зависит от нескольких изменяющихся во времени параметров объекта (координат, глубины, параметров окружающей среды вдоль трассы и др.) и рассчитывается в реальном времени по заданному алгоритму;
- реализовать трехмерное моделирование в реальном времени, в том числе в режиме осмотра трассы;
- предусмотреть средства обмена данными со SCADA;
- обеспечить гибкость разработки программного обеспечения с учетом постоянно изменяющихся требований клиента.

Исследование имеющихся на рынке ГИС программных продуктов общего назначения показало, что каждое из них по отдельности не в полной мере удовлетворяет вышеперечисленным требованиям.

Обобщив опыт своих предыдущих проектов и последние идеи в области ГИС – Internet, DB, VRML технологий – ИНТАРИ приступило к разработке нового программного обеспечения, получившего название Marine Pipeline Studio.

Пакет Marine Pipeline Studio реализует новую концепцию клиент-серверного геоинформационного приложения. В отличие от широко известных ГИС общего назначения, Marine Pipeline Studio хранит не только атрибутивную, но и всю пространственную информацию об объектах в серверных таблицах. В качестве карт-сервера используется MS SQL Server, однако возможно

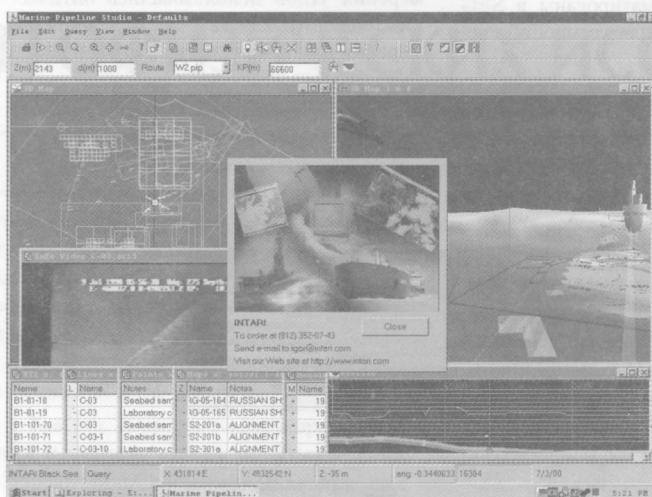


Рис. 1. Пользовательский интерфейс программы

использование других систем управления базами данных, поддерживающих SQL запросы – Oracle, MS Access и др. Реализация такого подхода обеспечивает следующие преимущества:

- вся координатная информация хранится в единой базе данных;
- при хранении информации координаты не дублируются;
- при динамическом редактировании содержания карт множественными клиентами, в том числе через Internet, клиенты имеют различные права доступа, а все транзакции и изменения контролируются сервером;
- хранение и поддержание данных являются независимыми приложениями;
- все данные могут быть просмотрены и отредактированы в «сыром» виде;
- данные могут использоваться всеми приложениями MS Office;
- база данных может редактироваться и пополняться из любых приложений, поддерживающих ODBC, ADO, DCOM, в том числе системой SCADA (передача в базу данных информации о параметрах газового потока), средствами мониторинга трубопровода и др.;
- динамическое построение карты и ландшафта по запросу к серверу позволяет не перегружать клиентскую машину всей имеющейся в базе пространственной информацией;
- имеется возможность выполнять SQL запросы одновременно по атрибутивной информации и по пространственным координатам.

Для пользователей так же сохраняется возможность хранить пользовательские объекты в текстовых файлах в директориях проекта пользователя.

Как отмечалось, разработанная база данных содержит, кроме стандартных ГИС объектов, огромный массив документов в разнообразных форматах, среди которых имеются описательные документы в форматах .doc, .html, .pdf, видео изображения, таблицы результатов расчетов, «сырые» батиметрические данные, карты и чертежи в форматах .dxf, .dwg и др. Каждый документ или его смысловая часть декларирует себя в базе данных своим координатным представлением:

- точкой в пространстве (например данные и описательные документы отдельной пробы грунта);
- 3D линией (например видео съемка по маршруту подводного аппарата);
- поверхностью в пространстве (гидроакустические изображения морского дна, массивы батиметрические данные, отдельные карты и т.д.).

В зависимости от координатного представления документ визуализирует себя в окнах клиентского приложения неким символом или виртуальным объектом.

Клиентская часть Marine Pipeline Studio обладает следующими функциональными возможностями:

- создавать запросы к серверу;
- получать информацию с сервера и (или) из файлов отдельного пользователя;
- рассчитывать по заранее заданным алгоритмам положение объектов в пространстве на базовом рельефе;
- строить планы, карты и виртуальные 3D виды статических и подвижных объектов (труб, кабелей, сюрвейерских судов, подводных осмотровых аппаратов, инженерных конструкций);
- отображать пространственные позиции различных документов с помощью символов на 2D план-картах и с помощью виртуальных объектов на 3D рельефах. При этом глубина объектов интерполируется по данным ландшафта, либо определяется из базы данных. Изображения поверхности морского дна типа мозаик гидроакустической съемки, батиметрических карт и др. накладываются на рельеф и отображают его структуру;
- строить рассчитанные по рельефу дна и реальные (полученные в результате инспекции) профили газопровода;
- просматривать все документы, попадающие в некоторую область интереса.

Таким образом, вся имеющаяся в проекте информация, независимо от своего формата, визуально интегрируется в интерфейсе клиентского приложения, позволяя быстро принимать решения по управлению проектом газопровода.

КЛИЕНТСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ПРИЛОЖЕНИЯ MARINE PIPELINE STUDIO

Многодокументный интерфейс клиентского приложения Marine Pipeline Studio состоит из следующих дочерних окон:

- окна базовой карты;
- окна ландшафта;
- окна линейного профиля;
- окна таблиц результатов запроса;
- окна просмотра документов;
- окна служебных утилит и редактирования.

Окно базовой карты. В окне базовой карты газопровода производятся пространственные запросы и отображается информация из базы данных. На карте прорисовываются маршруты газопроводов и подводных кабелей, символы серверных объектов, получаемые по пространственному запросу к базе данных, положения пространственно привязанных документов, пользовательские объекты и др.

Окно ландшафта. В окне ландшафта в трехмерном виде прорисовываются: маршруты газопроводов и подводных кабелей, пользовательские и серверные объекты, виртуальные объекты, отображающие информацию в пространственно привязан-

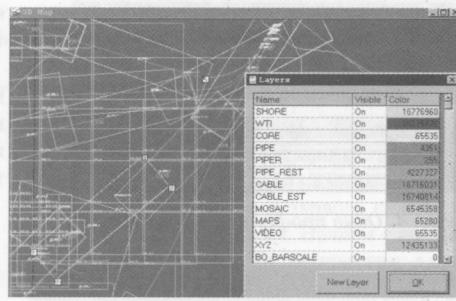


Рис. 2. Окно базовой карты

занных документах, изображения поверхности структуры дна. Цветовое кодирование, прозрачность и освещенность базового ландшафта может динамически изменяться.

Данное окно в реальном масштабе времени поддерживает навигацию точки просмотра и перемещение между камерами, виртуально находящимися на различных подвижных и неподвижных объектах.

Окно линейного профиля. В окне линейного профиля динамически отображаются рельеф трассы вдоль выбранного маршрута газопровода, углы наклона, из-

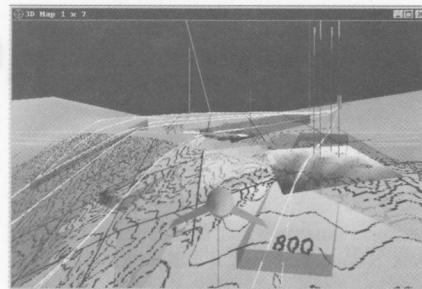


Рис. 3. Окно ландшафта

меренные и расчетные параметры (давление, температура газового потока и наружной поверхности трубы), имеющаяся атрибутивная информация по трассе газопровода, привязанная к положению курсора.

Таблицы результатов запроса. Окна результатов запроса представляют собой таблицы имен, путей и описаний всех полученных по запросу документов. Эти окна позволяют:

- открывать найденные по запросу документы в новом окне или в соответствующем приложении. Эти документы могут находиться как на локальном файл-сервере, так и на удаленном Internet-сервере;
- добавить символ или виртуальный образ документа на изображение в окне ландшафта;
- отобразить положение документа в окне базовой карты или окне ландшафта.

Окна документов. Окна документов поддерживают открытие и редактирова-

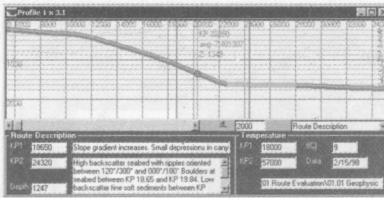


Рис. 4. Окно профиля трубопровода

SL/Nbr	Obj Name	Obj Description	Point ID	Point X	Point Y	Point Z
-B1-2	32000	C-034 Cable #1	-05-105 RUSSIAN SH	B-409_1	Seabed sample logs	Fugro
-B1-	32000	C-034 End of cable	S2-3002 ALIGNMENT	B-409_1	Laboratory classification	Fugro
-B2-	32000	PO-PS ROV et al	S2-A-21 BATYMET	C-409_3	Cone penetration test	Fugro
B3-	32000	OVERALL OVERALL	C-401_1	Cone penetration test	Fugro	
B4-	32000	PO-PS ROV et al	RPA-11 SPECIAL TA	C-409_1	Cone penetration test	Fugro
B4-	32000	PO-PS Towing b	S2-102 ALIGNMENT	P-409_2	Seabed sample logs	Fugro
B4-	32000	PO-PS ROV et al	S2-102 ALIGNMENT	P-409_2	Laboratory classification	Fugro
B4-	32000	PO-PS Crossing C	S2-102 ALIGNMENT	P-409_1	Seabed sample logs	Fugro
	4016	PO-PS ROV et al	S2-102 ALIGNMENT	P-409_1	Laboratory classification	Fugro
		PO-PS ROV et al	S2-102 ALIGNMENT	P-409_1	Seabed sample logs	Fugro

Рис. 5. Окно таблицы данных

ние (при наличии прав доступа) документов во всех рабочих форматах базы.

Все дочерние окна динамически взаимосвязаны. Движение курсора в окне базовой карты вызывает синхронное перемещение выбранной обзорной камеры по трехмерному изображению.

При движении курсора по линейному профилю газопровода синхронно с ним перемещается курсор по базовой карте и меняется положение обзорной камеры на ландшафте трассы. Одновременно в специальном окне отображается имеющаяся в базе данных информация, привязанная к точке положения курсора на профиле.

Результаты запросов к базе данных могут быть сохранены в формате VRML и помещены на WEB-сервер.

Дополнительные модули позволяют добавлять и редактировать данные, составлять SQL запросы, конвертировать батиметрическую информацию в базовые ландшафты.

Marine Pipeline Studio разработана с использованием гибкой ActiveX технологии и может быть с успехом применена не только в приложениях, связанных с трубопроводным транспортом, но и для решения широкого круга задач, требующих работы с большими массивами разнородной пространственно распределенной информации.

Ольга Блинкова, Харьковский государственный университет/PCWeek(RE)

«3С» АЛГОРИТМ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОРСКОГО ДНА

Математические методы могут использоваться в качестве инструмента для геоморфологического анализа морского дна, обеспечивая выявление геопасных зон и районов с чувствительной экологией. С помощью специального алгоритма, представляющего собой сочетание методов статистического, спектрального и структурного анализа, возможно выделение геоморфологических зон с различными свойствами, что позволяет сделать вывод о характере преобладающих литодинамических процессов в этих зонах. Рассмотренных ниже алгоритм представляет собой теоретические и алгоритмические основы блока геоморфологического анализа, входящего в ГИС для строительства и эксплуатации морских трубопроводов.

Схема «3С» алгоритма

На рис. 1 показана общая схема входной и выходной информации «3С» алгоритма, объединяющего в себе методы статистического, спектрального и структурного анализа.

Первые три вывода, упомянутые в схеме, были сделаны на тестовом участке, расположенному в западно-кавказском районе Черного моря. Последний – является задачей на будущее. Все алгоритмы были реализованы на языке MatLab, содержащим, кстати, специальные функции для проведения пространственного анализа и решения геоинформационных задач.

Геоморфологический анализ материкового склона

Многими авторами отмечалось, что материковый склон, расположенный в западно-кавказском районе Черного моря, прорезан многочисленными подводными каньонами [1, 2, 3]. Морфология и происхождение же этих каньонов вплоть до настоящего времени были исследованы явно недостаточно. В первую очередь это было связано с невысокой детальностью батиметрических данных об этом районе, что, в свою очередь, было вызвано отсутствием соответствующих технических средств изучения морского дна. Хозяйственное же освоение дна морей и океанов – в частности, прокладка трубопроводов и линий связи – требует понимания сути геологических и геоморфологических процессов, там происходящих.

Летом 1997 года подробные данные о районе, показанном на рис. 2, были собраны с использованием многолучевого эхолота Kongsberg SIMRAD EM-12. Анализ полученных данных позволил сделать некоторые заключения о строении и происхождении подводных каньонов, расположенных на материковом склоне в западно-кавказском районе Черного моря, недалеко от городов Туапсе и Джубга.

Для детального анализа были использованы батиметрические данные об участке площадью около 200 кв. км, расположенным на материковом склоне от шельфа до материкового подножия.

Осадки, покрывающие дно на этом участке, состоят из мягкой глины на шельфе, постепенно переходящие в илы по мере удаления от берега. Шельф имеет плоскую и гладкую поверхность. Переход шельфа в материковый склон четко выражен. Склон, имеющий средний уклон около 6°, прорезан большим количеством крупных и мел-

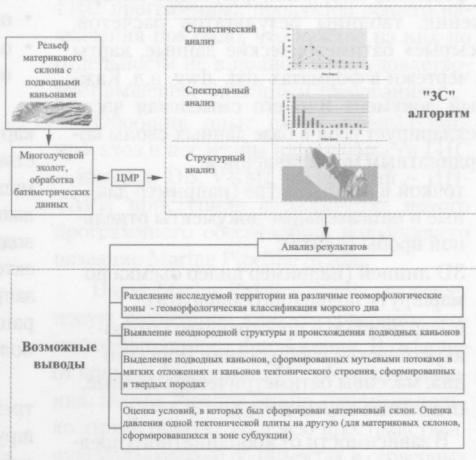


Рис. 1. Общая схема «3С» алгоритма

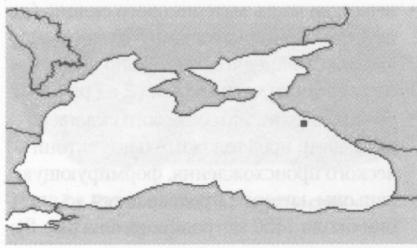


Рис. 2. Тестовый участок дна Черного моря

ких каньонов, которые образуют широкие V-образные долины у подножия материкового склона. Осадочный покров склона состоит из очень мягкой глины, которая подвержена частым оползням.

Визуальный анализ рельефа, реконструированного по ЦМР, и сети тальвегов, выделенной в пределах исследуемого участка методом «падающей капли» (рис. 3), позволяет предположить, что каньоны, расположенные в пределах материкового склона, не являются однородными по всей длине, а состоят из двух частей различного происхождения: более мелкие и узкие каньоны расположены в верхней части материкового склона, а более широкие и глубокие – в нижней, граница проходит на глубине около 820 метров. Рисунок сети каньонов в пределах верхней и нижней частей материкового склона различен. Кроме того, в долине, расположенной на материковом подножии, методом падающей капли была выделена сеть каналов. В общем, можно предположить, что каньоны состоят из трех частей: расположенных в верхней и нижней части материкового склона и на материковом подножии. Тем не менее, факт неоднородного строения каньонов, а значит, и различного характера геологических и геоморфологических процессов, не очевиден и нуждается в подтверждении.

Для того, чтобы показать, что каньоны не являются однородными и, следовательно, не является однородным и материковый склон, на котором они расположены, к исследуемому участку применялись методы численного анализа рельефа – статистического, спектрального и структурного. Другими словами, для анализа рельефа материкового склона использовались методы анализа флювиального рельефа.

Возникает вопрос, являются ли такие действия правомерными. Основанием для такого использования явились три группы факторов:

1 наличие в районе исследуемого участка мутьевых потоков, скорость которых достигает 20 м/с. Материал же, из которого

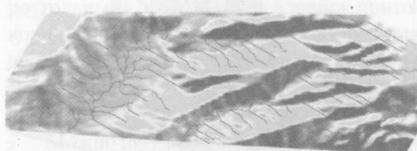


Рис. 3. Сеть тальвегов, выделенная в пределах тестового участка дна Черного моря

сложен верхний осадочный слой материкового склона, является глиной, переходящей в илы. Эти материалы легко эродируются, что позволяет предположить, что мутьевые потоки действуют подобно потокам воды на суше и играют на материковом склоне значительную рельефообразующую роль; 2 визуальный анализ рельефа исследуемого участка морского дна, реконструированного по ЦМР, показывает, что поверхность исследуемого участка имеет строение, визуально подобное флювиальному рельефу, расположенному на суше;

3 анализ результатов статистического анализа сетей тальвегов и водоразделов, выделенных в пределах тестового участка показывает, что для этих сетей повторяются основные статистические закономерности, рассчитанные для флювиального рельефа и приведенные, в частности, в работе [4]. Этот факт подтверждает справедливость применения методов анализа флювиального рельефа для анализа рельефа материкового склона, расположенного в западно-кавказском районе Черного моря.

Использованная для анализа рельефа исследуемого участка методология численного анализа рельефа во многом базируется на понятии структурной модели рельефа, разработанной И.Г. Черваневым [5]. Основным понятием структурного анализа является структурная модель рельефа, а содержанием анализа – численные методы выделения структурных линий рельефа, построения наборов структурных поверхностей и статистический анализ их свойств.

В соответствии с этим подходом реализованные в ходе настоящей работы алгоритмы численного структурного анализа включают в себя:

- алгоритмическое выделение структурных линий рельефа (talwegs и водоразделов), их классификацию и описание набором взаимосвязанных таблиц;
- статистический и спектральный анализ структурных линий рельефа (исследование локальных характеристик рельефа);
- синтез моноповерхностей различных порядков;
- анализ моно- и полиповерхностей различных порядков и их комбинаций (исследование интегральных характеристик рельефа).

Характеристика рельефа различных зон

Для того, чтобы подтвердить существенно различный характер строения подводных каньонов в верхней и нижней частях материкового склона и на материковом подножии, рассмотрим следующие качественные и количественные характеристики флювиальной сети, статистические характеристики линий тальвегов и водоразделов и интегральные характеристики рельефа:

- характер сочленения потоков каньонов;
- рисунок эрозионной сети;
- глубина, на которой расположен каньон;
- глубину эрозионного расчленения;

- характер базисных и вершинных моноповерхностей в зоне расположения каньона;
- направления структурных линий;
- профили тальвегов и их спектры.

Рассмотрим перечисленные параметры и характеристики для рельефа верхней и нижней частей материкового склона и материкового подножия. Начнем с анализа статистических характеристик длин тальвегов различных порядков.

Из рис. 4 видно, что длина тальвегов 1-го порядка минимальна в нижней части материкового склона. Среднеквадратичное отклонение длин 1-го порядка в нижней части материкового склона также намного меньше, чем в верхней части материкового склона и на материковом подножии. Это говорит о том, что тальвеги 1-го порядка в нижней части материкового склона в среднем значительно короче и однороднее по длине, чем в верхней части и на материковом подножии, что, в свою очередь, может говорить о существенных различиях в рельефе этих зон.

Диаграмма средних длин водоразделов 1-го и высших порядков в верхней и нижней части материкового склона и на материковом подножии зонах практически полностью повторяет диаграмму, построенную для тальвегов различных порядков в этих зонах.

Спектральный анализ профилей структурных линий различного порядка

Проведем спектральный анализ структурных линий исследуемого участка морского дна. Для этого воспользуемся методами авторегрессионного спектрального оценивания. Проанализируем профиль водораздела 3-го порядка, имеющего большую длину и проходящего через весь материковый склон и, частично, расположенного на материковом подножии. Профиль изображен на рис. 6. Результаты расчетов спектров участков водораздела 3-го порядка в верхней и нижней частях материкового склона представлены на рис. 5.

Из спектров видно, что в обеих частях профиля водораздела 3-го порядка имеется по два четко выраженных пика. Низкочастотный, расположенный на примерно одинаковой частоте в обоих спектрах, возможно, является следствием общего выплаживания поверхности, на которой расположен водораздел. Другая пара пиков расположена на разных частотах, что говорит о том, что профиль водораздела 3-го порядка имеет различную периодическую составляющую в разных зонах и, следовательно, может свидетельствовать об различном характере каньонов, расположенных в верхней и нижней частях материкового склона.

Особенности строения базисных и вершинных поверхностей

Рассмотрим строение базисных и вершинных поверхностей различных порядков и разностных поверхностей с точки

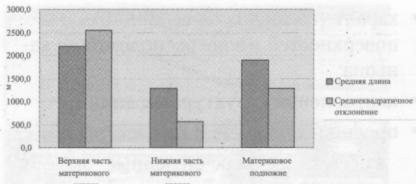


Рис. 4
Статистические характеристики длин тальвегов в верхней и нижней частях материкового склона и на материковом подножии

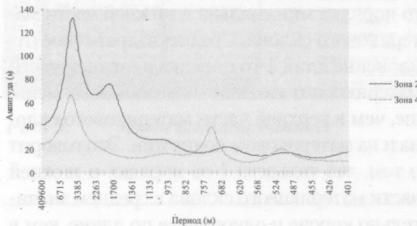


Рис. 5.
Спектральный анализ водораздела 3-го порядка в верхней (зона 2) и нижней (зона 4) частях материкового склона

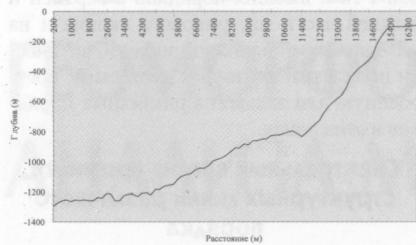


Рис. 6
Профиль водораздела 3-го порядка

зрения выявления интегральных особенностей строения рельефа исследуемого участка морского дна и подтверждения (или опровергения) высказанных выше предположений по их геоморфологическому зонированию.

В общем виде вершинные и базисные поверхности строятся путем интерполяции точек, принадлежащих структурным линиям (talwegs или водоразделам) одного порядка.

Вершинные поверхности моделируют исходные поверхности эродирования, причем чем старше порядок поверхности, тем более старую поверхность эродирования представляет вершинная поверхность (так как линии старших порядков закладывались первыми). Базисные поверхности моделируют (реконструируют) поверхности базисов денудации.

Рассмотрим вершинную поверхность 1-го порядка, изображенную на рис. 7. Эту поверхность можно разделить на три существенно различные зоны: верхний практически гладкий склон (эта область поверхности соответствует верхней части материкового склона), расположенную ниже волнобразную поверхность (это область соответствует нижней части материкового склона) и расположенные еще ниже вогнутый участок по-

верхности (соответствующий долине на материковом подножии). Так как вершинная поверхность, как отмечено выше, представляет собой исходную поверхность эродирования, можно утверждать, что три выделенные области генетически неоднородны.

Базисная поверхность 1-го порядка сходна по своему внешнему виду и строению с вершинной поверхностью 1-го порядка, поэтому не рассматривается. Так же, как и на вершинной поверхности, в ее пределах можно выделить три существенно различные области.

На рис. 8 изображены поверхности разностей вершинных и базисных поверхностей (разностных поверхностей) 1-го и 2-го порядков.

Разностные поверхности характеризуют глубину расчленения рельефа 1-го порядка и позволяют судить о глубине эрозионного расчленения в различных геоморфологических зонах морского дна. Вид поверхности, изображенной на рис. 8а, свидетельствует, что максимальная глубина расчленения 1-го порядка достигается в зонах перехода между верхней и нижней частями материкового склона и между нижней частью и материковым подножием.

Рассмотрим особенности строения изображенной на рис. 8б разностной поверхности 2-го порядка, характеризующую глубину эрозионного расчленения 2-го порядка.

На разностной поверхности 2-го порядка выделяются три существенно различных участка. Первый участок, соответствующий зоне 2, является практически монотонно снижающимся склоном. Затем значение эрозионного расчленения 2-го порядка резко увеличивается. Далее, в пределах области, соответствующей нижней части материкового склона, поверхность опять снижается (практически параллельно склону в области, соответствующей зоне 2) вплоть до области, соответствующей материковому подножию, где наклон поверхности меняется на противоположный. Минимальное значение эрозионного расчленения 2-го порядка достигается в пределах области, соответствующей материковому подножию, а потом глубина эрозионного расчленения начинает увеличиваться в направлении к окружающему валу.

Выделение различных геоморфологических зон в пределах исследуемого участка

Визуальный, статистический и спектральный анализ линий тальвегов и водоразделов (структурных линий рельефа), выделенных в пределах исследуемого участка и анализ структурных поверхностей различных порядков показывает, что исследуемый участок морского дна, предположительно, может быть разделен на несколько геоморфологических зон:

- зону столообразного шельфа (погруженная окраина материка), расположенную на глубине около 120 метров (зона 1 на рис. 9);

- верхнюю часть материкового склона (до глубины приблизительно 820 метров), с каньонами предположительно эрозионного происхождения (зона 2 на рис. 9);
- среднюю часть материкового склона со складками предположительно тектонического происхождения, формирующую каньоны, которые простираются до глубин около 1450 метров (зона 4 на рис. 9);
- широкую эрозионную долину у подножия материкового склона, изрезанную каналами супензионных потоков, вырытых в толще рыхлых морских отложений (зона 6 на рис. 9);
- окружающий вал, сформированный выпавшим в осадок материалом, переносимым супензионными потоками (зона 7 на рис. 9).

Кроме перечисленных, можно выделить еще две транзитные зоны:

- a) участок между зонами 2 и 3. Здесь, предположительно, расположен древний погруженный шельф (зона 3 на рис. 9), в этой области глубина расчленения 1-го порядка превышает ее значение для окружающих областей;
- b) участок, расположенный у самого подножья материкового склона между зоной тектонических складок и долиной на материковом подножии (зона 5 на рис. 9), в пределах которой глубина расчленения 1-го порядка также превышает ее значение для окружающих областей.

Повышенная глубина расчленения в этих транзитных зонах может быть объяснена накоплением в них толстого слоя осадков и, одновременно, наличием эродирующих потоков. Другими словами, именно в этих транзитных зонах литодинамические процессы, по-видимому, протекают наиболее интенсивно.

Верхний столообразный шельф представляет собой практически гладкую поверхность, расположенную на глубине около 120 метров (зона 1). Граница между подводной окраиной материка и зоной материкового склона четко выражена. Значение 120 метров несколько превышает значение глубины внешнего края отмели, вычисленное для всего Черного моря и составляющее чуть более 100 метров. Полученное в ходе настоящей работы значение хорошо согласуется со средней для Мирового океана величиной – 132 метра.

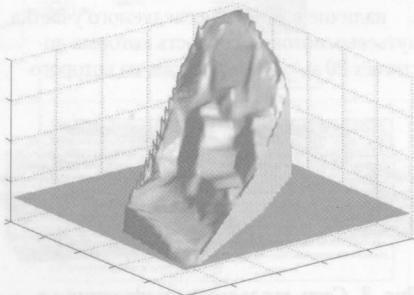


Рис. 7. Вершинная поверхность 1-го порядка

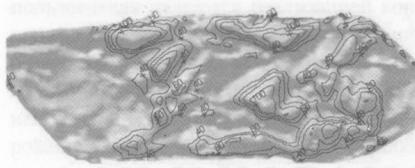


Рис. 8а Разностная поверхность 1-го порядка



Рис. 8б Разностная поверхность 2-го порядка

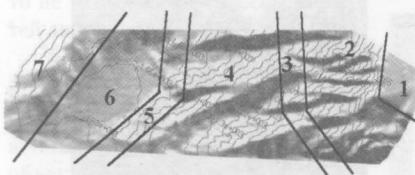


Рис. 9 Геоморфологические зоны, выделенные в пределах исследуемого участка морского дна

На глубинах от 120 до 820 метров расположена зона, в пределах которой каньоны, вероятно, имеют эрозионное происхождение (зона 2). Описание этого участка земной поверхности приведено в работах [6, 7, 8] где указано, что исследуемый участок является относительно опускающимся материковым склоном и, одновременно, является областью альпийской складчатости. В вышеупомянутых работах также указывается, что этот участок берега Черного моря вовлечен в молодые опускания. Изучая побережье северо-западного Кавказа Е.Е. Милановский отмечает, что в этом районе в рельфе морского дна сохраняются следы затопленного древнего горного рельефа, выработанного в субаэральных условиях. Опускания в этих участках происходило после того, как последние испытали значительные поднятия и обрели среднегорный рельеф [9]. Возможно, остатки речных долин, заложившихся на сушу и впоследствии опустившиеся, были размыты мутевыми потоками и образовали сеть подводных каньонов, которая имеет ряд особенностей в этой зоне – здесь преобладает «остроугольный» характер сочленения притоков (такой тип сочленения характерен для эрозионных систем, заложившихся на крутых склонах [10]) и «параллельный» тип рисунка эрозионной сети.

Можно предположить, что зона 3 представляет собой древний шельф, расположенный между зоной погруженного рельефа и зоной тектонических каньонов. Появление глубоких эрозионных долин в зоне

древнего шельфа происходило, вероятно, в геологическом прошлом в результате протекания двух взаимодействующих процессов – накопления материала, вынесенного реками, и врезания каньонов. В настоящее время древний шельф продолжает размываться супензионными потоками. Эта зона исследуемого участка дна характеризуется повышенной глубиной расчленения.

В зоне тектонического рельефа (зона 4) каньоны, созданные речной эрозией, сочленены со складками тектонического происхождения, формирующими кильевые линии склона, которые простираются до глубины около 1450 метров. В этой зоне преобладает «прямоугольный» характер сочленения притоков. Согласно [10], такой тип сочленения может быть обусловлен геологической структурой поверхности коренных пород. Тип рисунка эрозионных систем при переходе от флювиального к тектоническому рельефу меняется с «параллельного» на «перистый». Структурные линии в этой зоне имеют различное направление: линии высших порядков направлены на юго-восток, линии 1-го порядка – на восток.

Можно предположить, что каньоны в зоне 4 сформированы тектоническими складками. В этой зоне выделяется три крупных хребта. Поперечные профили складов симметричны, их левый и правый склоны имеют одинаковые средние углы наклона около 16°, однако структура поверхности склонов различна. Слоны, ориентированные на юго-восток, имеют гладкую поверхность, а склоны, ориентированные на северо-запад, прорезаны большим количеством ложбин, которые параллельны друг другу.

Долины в нижней части зоны 4 имеют ярко выраженный V-образный профиль, что может свидетельствовать о проходящих там время от времени мутевые потоках, удаляющих из этих долин рыхлый осадочный материал. Неровности линий тальвегов имеют здесь минимальную величину, что говорит о высокой интенсивности абразивных процессов.

В нижней части материкового подножия, переходящей в морское ложе (на глубинах до 1600 метров), расположены конусы выноса с каналами супензионных потоков, вырытыми в толще рыхлых морских отложений (зона 5). Эта зона характеризуется повышенной глубиной расчленения, что говорит о высокой интенсивности литодинамических процессов в этой зоне.

У материкового подножия расположена долина, дно которой лежит на 170 метров ниже уровня сводов окаймляющих валов (зона 6). Дерево тальвегов и водоразделов эрозионных каналов имеет «инсектиентный» тип рисунка.

Зона 7 представляет собой вал, окружающий эрозионную долину. В этой области супензионные потоки, прошедшие по каньонам, снижают скорость своего движения и переносимый ими материал осаждается.

Заключение

В целом, результаты численного анализа рельефа морского дна в пределах тестового участка подтверждают предположение, что каньоны, расположенные в переделах исследуемого участка морского дна, имеют составное строение. Верхние части каньонов, расположенные в верхней части материкового склона, являются более мелкими и узкими и, вероятно, представляют собой каньоны эрозионного происхождения, заложившиеся на месте речных долин, развившихся в субаэральных условиях и впоследствии погрузившихся.

Крупные каньоны высших порядков в нижней части материкового склона, вероятно, представляют собой тектонические складки. Мелкие, возможно, созданы эродированием мутевыми потоками накапливающихся на склонах осадочных пород и эродированием обнаженных на склонах тектонических складок коренных пород. Каньоны, расположенные в нижней части материкового склона и на материковом подножии представляют собой каналы супензионных потоков, вырытых в толще рыхлых морских отложений. Таким образом, теория О.К. Леонтьева о тектонико-эрзационном происхождении каньонов [11] находит свое подтверждение.

Выход о неоднородном строении каньонов свидетельствует о различном характере геологических и геоморфологических процессов в пределах различных зон. В некоторых зонах литодинамические процессы протекают особенно интенсивно. Таким образом, геоморфологическое зонирование рельефа морского дна является мощным инструментом анализа геориска и выявления экологически чувствительных зон вдоль трассы трубопровода.

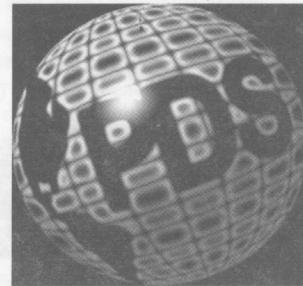
Литература

- Сафьянов Г.А., Вольнев В.М. Конус выноса Ингурской системы подводных каньонов (Черное море). «Геоморфология», №2, 1978, стр. 99-104.
- Зенкович В.П. Некоторые формы мезорельефа материкового склона восточной части Черного моря. «Геоморфология», №4, 1978, стр. 62-72.
- Леонтьев О.К., Сафьянов Г.А. Каньоны под морем, М.: Мысль, 1973, стр. 113-133.
- Schumm S. A., Mosley M. P., Weaver W. E. Experimental Fluvial Geomorphology, John Wiley & Sons, New York, 1991, 413 p.
- Самоорганизация в развитии форм рельефа / А.В. Поздняков, И.Г. Чернавин. - М.: Наука, 1990, 204 с.
- Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б., Соловьев В.В., Хахалев Е.М. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. - М.: Недра, 1985, 215 с.
- Земная кора и история развития Черноморской впадины (под ред. Буланже Ю.Д., Муратова М.В.) - М.: Наука, 1975, 358 с.
- Гончаров В.П., Непрочнов Ю.П., Непрочнова А.Ф. Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины. - М.: Наука, 1972, 158 с.
- Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, стр. 310-333.
- Лютцау С.В. Основы геоморфологии. Курс лекций. Часть II. М.: Изд-во МГУ, 1978, 183 с.
- Леонтьев О.К. Типы подводных долин. «Геоморфология», №4, 1979, с. 3-16

Дэвид Одом, Plexus Data Solutions

B
O
K
P
R
E
M
A
N
A
I

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РИСК-АНАЛИЗЕ ТРУБОПРОВОДОВ

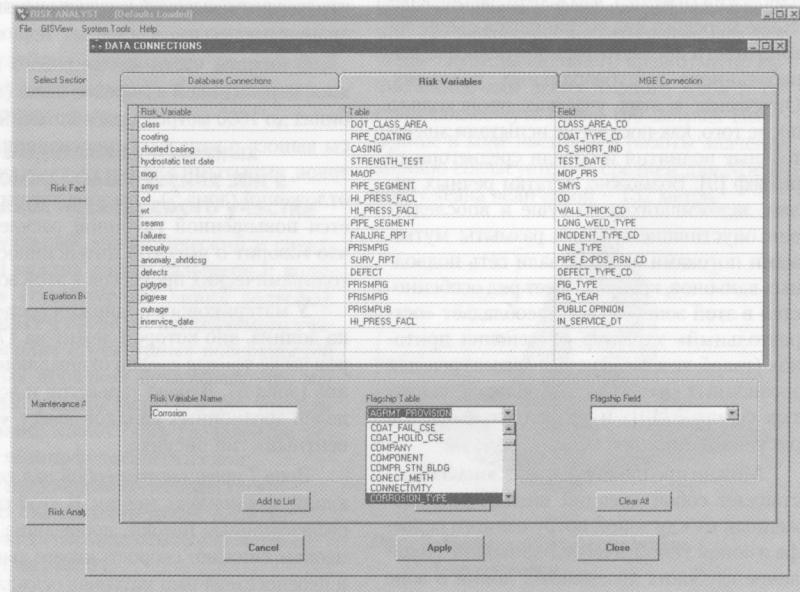


В последнее десятилетие фокус развития ГИС-технологий был направлен в основном на муниципальные системы и решение проблем землепользования.

Именно с модификации геоинформационных систем для землепользования началось использование ГИС при для анализа риска и обслуживания трубопроводов. Систем же, сочетающих способность динамически сегментировать данные, возможность управлять и обрабатывать спе-

цифическую информацию по трубопроводным системам, не существовало вплоть до самого последнего времени.

С развитием открытой архитектуры геоинформационных систем стали доступны новые инструменты, позволяющие разрабатывать пользовательские приложения, использующие для анализа ситуации преимущества, которые даёт использование пространственных данных, их пространственная обработка и визуализация. Подобные приложения для конечного



пользователя являются реализацией концепции геопространственных информационных технологий, в рамках которой программист может создавать приложения, используя стандартные языки программирования – такие, как Visual Basic – и включать функции работы с пространственными данными в свои системы.

Введение в системы пространственного анализа

Большинство систем анализа пространственных данных начинались как программы автоматизированного картографирования или как системы управления инженерными коммуникациями, которые впоследствии были модифицированы для нужд управления оборудованием трубопровода. Так как трубопроводы располагаются в пространственных коридорах, полнофункциональные ГИС традиционных поставщиков часто не учитывают всех особенностей анализа в этом случае.

В настоящее время все четче проявляется интегрирующий подход, при котором пространственные атрибуты графических объектов определяются в базу просто как еще один тип данных, что освобождает компании от наложений расходов на поддержание традиционных геоинформационных систем, которые чрезвычайно трудоемки для поддержки и модификации в условиях быстро меняющейся среды. По мере того, как технологии становились более развитыми и методы доступа к геоданным улучшались, операции, базирующиеся на анализе объектов, расположенных в территориальных коридорах, наконец стали доступными для использования компаниями, работающими с трубопроводами, и обеспечили сочетание точных результатов, обеспечивающихся технологиями, с общим уровнем просвещенности в области использования ГИС и пониманием их потенциальной полезности.

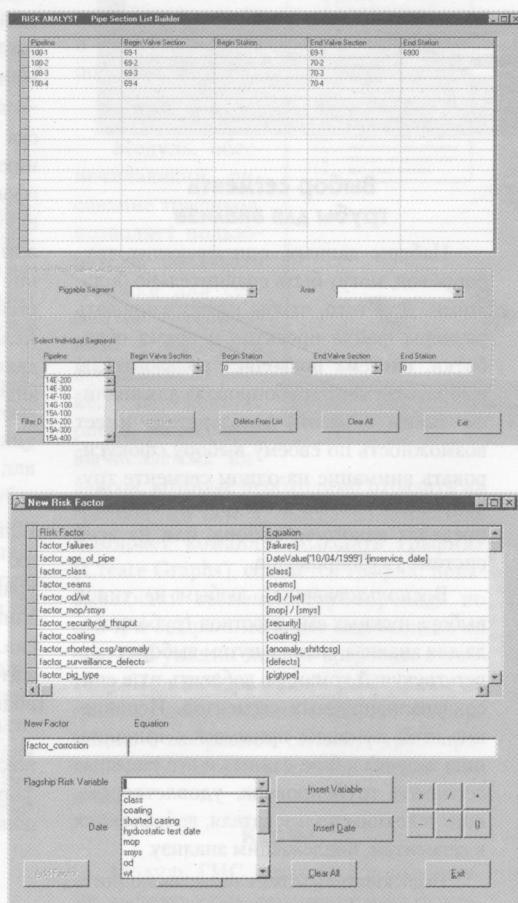
Геоинформационные технологии позволяют улучшать качество и точность анализа благодаря возможности использовать детальную информацию о конфигурации и расположении оборудования. В результате конструкторские проекты оцениваются более точно, особенно в условиях пересечения трубопроводов с дорогами, водоемами, участками со сложными почвенными условиями или чувствительной экологией. Ответы же на управленческие вопросы более эффективны при использовании мощной базы данных с возможностью об-

рабатывать SQL – запросы, чем изучение сотен, если не тысяч, чертежей, карт и документов вручную.

По мере того, как специалисты, работающие в индустрии нефте- и газодобычи, транспортировки и переработки, используют геоинформационные системы все более и более профессионально, они исследуют и разрабатывают собственные приложения и инструменты для того, чтобы как можно полнее использовать их возможности, учитывая специфические особенности каждой конкретной ситуации.

Открытые ГИС и разработка ГИС API

Целью комитета Открытых геоинформационных систем (OGIS – Open Geographic Information System), который был сформирован в США, является



создание Windows Application Program Interface (API) – программного интерфейса ГИС-компонент в Windows-приложениях для использования в объектно-ориентированных средах. Такие объекты позволяют включать в приложения функции работы с геоданными – точно так же, как это происходит со стандартными базами данных. Таким образом, обработка координатно-привязанной ин-

формации, генерация карт и другие ГИС-функции могут быть включены в пользовательское приложение как программные компоненты со своими свойствами, методами и функциями обработки событий.

С момента появления инициативы OGIS многие разработчики программного обеспечения разработали продукты с открытой архитектурой, которая позволяет ГИС-профессионалам, знакомым с программированием, включать стандартные программные компоненты в их собственные пользовательские программные приложения для доступа и манипулирования геоданными. Таким образом, схема, где геоинформационная система настраивается путем использования скриптов и макросов, при этом подходе не используется.

Схема разработки приложений, использующих ГИС-компоненты, приводит к тому, что ГИС-обработка теперь внедряется в специализированное приложение, а не специализированные функции и процедуры внедряются в готовый ГИС-продукт. Система риска-анализа, разработанная Plexus Data Solutions, разработана согласно этому принципу.

Использование геоинформационных технологий для риска анализа

Приложение для оценки риска позволяет работать гибко и использовать входные параметры, базирующиеся на знаниях и уровне компетентности человека, который проводит анализ. Факторы, влияющие на вес того или иного параметра, могут увеличиваться или уменьшаться с учетом специфических условий эксплуатации.

Разработка продуктов для анализа риска компаний

Plexus Data Solutions

Система риска-анализа Risk Analyst была разработана для того, чтобы позволить пользователям работать с большинством существующих баз данных и использовать пространственную информацию для создания пользовательских уравнений оценки риска, их индексирования и генерации отчетов. Основные возможности системы включают в себя:

- пользовательский выбор полей баз атрибутивных и геоданных для использования их в качестве переменных риска (Risk Variables);

- пользовательское создание переменных риска на базе стратегий риска и полей баз атрибутивных и геоданных;
- назначение пользователем значения индекса риска (Risk Indexes);
- создание пользователем уравнений риска (Risk Equations) из индексов риска (Risk Indexes);
- выбор сегмента или ряда сегментов трубопровода для анализа;
- генерация отчетов;
- создание графиков;
- отображение переменных риска, индексов и уравнений для каждого сегмента на карте.

Одной из главных задач системы является решение задачи гибкого выбора атрибутивных и пространственных данных из соответствующих баз с целью создания переменных риска и уравнений из этих переменных. Таким образом, по мере того как новые атрибуты или данные о сегментах трубопровода добавляются в систему, они тут же становятся доступными пользователю для проведения риск-анализа.

Аналогично, пользователь может интерактивно создавать или модифицировать уравнения риска по мере того, как разрабатываются новые алгоритмы расчета риска. Другая особенность нового программного обеспечения заключается в том, что можно создать систему, в которой даже пользователь-новичок с небольшим опытом работы с системами оценки риска сможет создавать отчеты по риск-анализу. Это достигается путем существования переменных риска, уравнений и индексов «по умолчанию», которые пользователь может использовать, не модифицируя. Необходимо только выбрать сегмент трубы для анализа и обработать данные.

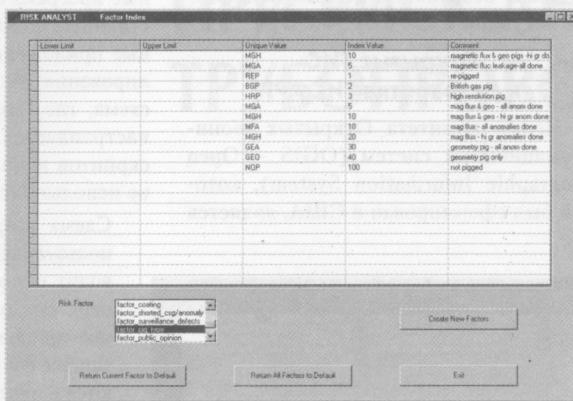
ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ РИСКА-АНАЛИЗА RISK ANALYST

Выбор данных для анализа риска

Как было упомянуто выше, одной из основных задач, решаемой программой, является обеспечение пользователя актуальными данными, которые используются для анализа риска. Это достигается путем интерактивного выбора данных для анализа в модуле Data Connections, который позволяет выбирать данные из баз ат-

рибутивных и геоданных для создания переменных риска. Примером такой переменной является, например, отношение внешнего диаметра трубы к толщине стенки трубы.

Значения внешнего диаметра и толщины стенок выбираются из базы пространственных данных. В следующем разделе обсуждается, как выбираются данные, необходимые для проведения риск-анализа.



Выбор сегмента трубы для анализа

Наборы данных, описывающих трубопровод, могут быть сравнительно большими. Для того, чтобы минимизировать размеры файла проектов и время обработки, система позволяет пользователю выбрать сегмент трубопровода для анализа. Таким образом, пользователь имеет возможность по своему выбору сфокусировать внимание на одном сегменте трубопровода или на всех трубопроводах в пределах какого-то района, или на всей системе трубопроводов.

Воспользовавшись любым из типов выбора нужных ему участков трубопровода для анализа, можно, путем выбора соответствующей команды, добавить их в список анализируемых сегментов. Исполнение этой команды приводит к выполнению запроса к базе данных и все смежные сегменты трубопровода, удовлетворяющие условиям пользователя, добавляются к сегментам, подлежащим анализу.

Пользователь может также выполнить команду «Отфильтровать данные по атрибутам» для того, чтобы анализировать не все данные, а только те участки из уже выбранных сегментов, для которых выполняется какое-либо условие.

Создание факторов риска

После того, как набор данных для анализа риска был создан, пользователь определяет факторы риска и вносит их названия в список. Имена факторов должны

быть уникальными – в противном случае появится сообщение об ошибке. Затем пользователь выбирает переменные из баз данных и математические выражения для того, чтобы определить новый фактор.

Когда переменные и математические выражения выбраны, поле уравнения заполняется выражением. Для того, чтобы закончить создание выражения, пользователь выполняет команду «Применить» – и новый фактор готов. Пользователь также может создавать новые факторы, выполняя команду «Добавить новый фактор» до тех пор, пока не будут определены все факторы риска.

Создание индексов риска

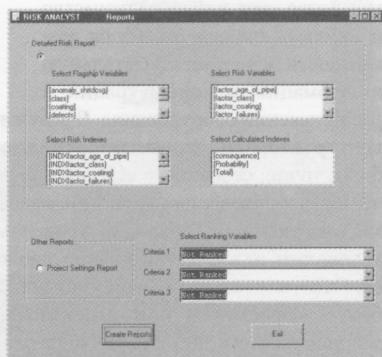
Модуль индексов риска (Risk Indexes Module) позволяет пользователю поставить в соответствие факторам риска индексные значения. Факторы пользователь выбирает из списка факторов риска согласно описанию, данному в предыдущем разделе.

Значения индексов для факторов риска изначально определены по умолчанию и сохраняются до тех пор, пока файл проекта не будет открыт – в последнем случае индексы будут установлены файлом проекта. Когда фактор выбран, значение текущего индекса фактора показывается в соответствующей ячейке формы. Если фактор – численный, то для его индекса может быть определен диапазон значений.

Создание вычисляемых индексов

Конструктор уравнений риска (Risk Equation Builder) позволяет пользователю строить вычисляемые индексные уравнения, базирующиеся на использовании индексных значений факторов риска. Значения индексов можно умножать, делить, добавлять, вычитать и возводить в степень.

Вычисленные индексные уравнения показываются в соответствующих строках формы. Пользователь может производить дополнительные вычисления путем выбо-



ра фактора риска из соответствующего списка и последующего создания дополнительного уравнения.

Создание сценариев обслуживания

Сценарии обслуживания позволяют пользователю планировать деятельность по обслуживанию сегмента трубопровода во время проведения риск-анализа – для этого ему нужно выбрать сегмент и тип деятельности по его обслуживанию.

Деятельность по обслуживанию трубопровода создается пользователем путем выбора данных, которые участвуют в анализе риска и на которые может повлиять деятельность. Деятельность по поддержке тогда используется для оценки снижения риска в выбранном сегменте. После того, как пользователь выбрал подходящий тип деятельности для некоторого сегмента трубы, можно нажать команду «Добавить Деятельность» (Add Activity). Пользователь может добавлять деятельность для выбранных секций трубопровода до тех пор, пока не будет удовлетворен результатом.

Анализ риска

После того, как сегменты трубы, факторы риска, уравнения риска и деятельность по поддержке были пользователем определены, система производит риск-анализ и создает отчеты, графики и карты.

После того, как пользователь выполнил команду «Вычислить», система риск-анализа строит итоговую таблицу рисков, которая содержит значения для всех данных о риске по всей линии трубопровода. Каждый раз, когда данные изменяются, вся таблица пересчитывается. Данные изменяются также в результате вводимой пользователем деятельности по поддержке.

Таким образом, итоговая таблица рисков заполняется значениями факторов риска по всей длине трубопровода. Результирующая таблица рисков используется для создания отчетов и графиков факторов риска, вычислений и деятельности по поддержке.

Генерация отчетов

Модуль генерации отчетов позволяет пользователю создавать детальные отчеты в виде WYSIWYG (What you see is what you get). Выражение употребляется, когда то, что видно на экране, печатается на бумаге без изменений). Пользователь может выбрать команду «Детальный отчет по риску» и выбрать все необходимые ему типы данных риска, переменные риска, индексы риска и вычисляемые индексы риска и отсортировать их.

Отчет, который создается в результате этой процедуры, показывает сегменты трубопровода, ранжированные по критерию какой-либо переменной. В отчет можно также включить информацию об установках проекта, включая перечисление всех установок – выбранных сегментов трубопровода, критериев фильтрации, уравнений факторов риска, значения индексов и активности по поддержке.

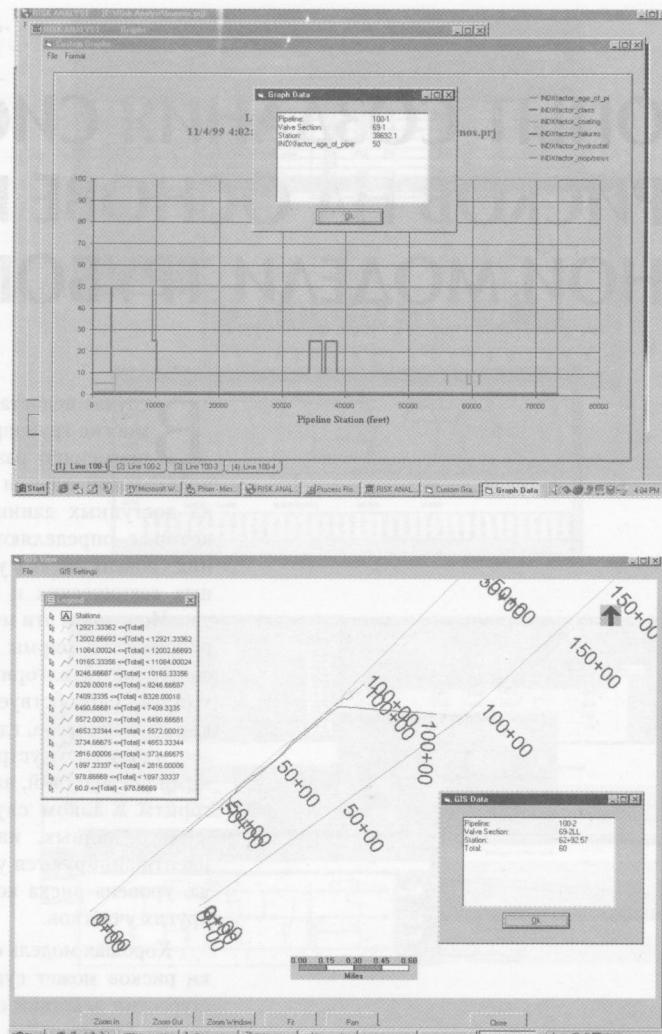
Графики

Модуль, обеспечивающий рисование графиков, позволяет пользователю создавать графики для сегментов трубопровода и выбирать все данные о риске, переменных риска, индексов и вычисляемых индексов, которые необходимо отразить на графике по оси Y. Когда пользователь выбирает команду «Создать график» (Create Graphs), создается график, показывающий сегменты трубопровода по оси X и выбранные ранее переменные по оси Y. Функции печати встроены в систему. При выборе какой-либо линии на графике пользователь получает информацию о выбранном сегменте трубопровода и соответствующих значениях данных.

Карты

Модуль ГИС позволяет пользователю выбрать одну переменную из факторов риска, индексов риска или вычисляемых индексов. Когда переменная выбрана, пользователь может назначить цвета диапазону значений для переменной или единичное значение для текстовых данных.

Когда цвета назначены, пользователь выбирает параметры, используемые для размещения и назначения надписей и создает карту, которая создается с динамически сегментированными данными о



трубопроводе. Сегменты трубопровода кодируются цветом в соответствии с назначенной легендой.

Пользователь может отобразить масштаб, направление на север и легенду на карте. Дополнительно на экране могут быть показаны другие картографические данные из других источников в виде различных слоев. Команды Zoom и Pan позволяют пользователю манипулировать изображением. Когда пользователь выделяет какой-либо участок трубопровода, появляется информация о выбранном сегменте.

За дополнительной информацией о системе Risk Analyst можно обратиться автору.
David Odom

Plexus Data Solutions, 5120 Woodway,
Suite 5005, Houston, Texas 77056 USA,
e-mail: domod@plexusds.com

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТРУБОПРОВОДА

В случае недостатка точных данных, многие трубопроводные компании применяют различные модели относительной оценки риска, основанные на доступных данных о трубопроводе, которые определяют приемлемый для них уровень риска в условиях ограниченных технических и финансовых ресурсов. Используя эти модели оценки риска, руководство фирмы устанавливает свой собственный алгоритм расчета рисков, который способствует выявлению участков трубопровода, где вероятности отказов, и стоимость устранения связанных с ними последствий, наибольшие. Этот алгоритм в таком случае действует как фильтр данных, на выходе которого идентифицируются участки трубопровода, уровень риска которых выше, чем у других участков.

Хорошая модель относительной оценки рисков может существенно изменить стереотип действий оператора по обеспечению безопасности, распределению ресурсов, что, несомненно, приведет к уменьшению интенсивности отказов, увеличению оперативности и гибкости управления, улучшению финансовой эффективности.

Вместе с тем необходимо отметить, что даже самая хорошая модель обеспечивает положительные результаты только в том случае, если она использует актуальную и достоверную информацию о трубопроводе. И, наоборот, при использовании информации низкого качества – не полной, ошибочной или устаревшей – использование даже самой передовой системы оценки рисков может привести к совершенно ошибочным результатам.

Информационная система – основа расчета рисков

В качестве информационной базы расчета рисков мы предлагаем использовать информационно-аналитическую систему Slider Office, разработанную в нашей компании и внедренную на трубопроводах стран СНГ и Балтии общей протяженностью более 40000 км.

Ядром всей системы является единая распределенная база данных трубопроводной компании. В базе хранятся все доступные на текущий момент данные о трубопроводах компании, включая сведения о пересечениях, раскладке труб, типах грунтов, потенциалах электрохимзащиты, обнаруженных дефектах, установленном оборудовании, его параметрах работы, технологические схемы, топографические карты коридоров трубопроводов, аэрофотоснимки и многое другое.

Доступ к данным осуществляется через интерфейсы представления реляционных данных (Slider), мультимедийных документов (Archives), географических данных (ArcLib), схематических и топологических данных (Scheme Editor). Эти программные продукты являются неотъемлемой частью системы и используются на всех без исключения рабочих местах. Основной задачей этого слоя является представление пользователю возможнос-

Рис.1. Структурная схема семейства программ Slider Office

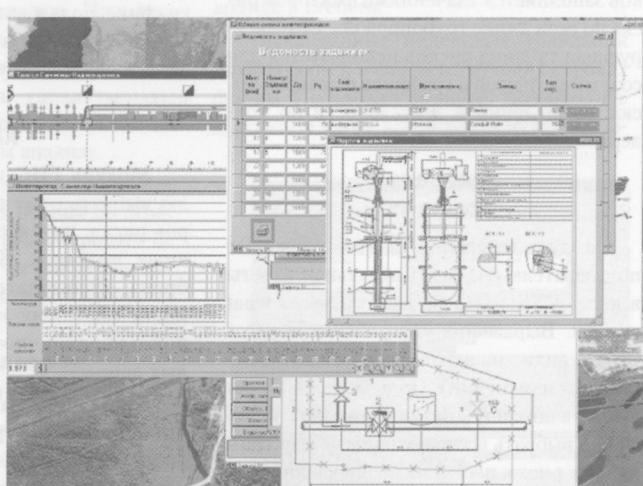


Рис.2. Пример применения программного интерфейса

ти максимально удобно просматривать данные, какого бы типа они ни были, строить различные тренды и зависимости, как во времени, так и в пространстве, выполнять запросы любой сложности, редактировать существующие данные, добавлять новые, удалять уже не нужные или недостоверные. Именно эта составляющая Slider Office позволяет поддерживать данные базы на высочайшем уровне достоверности и актуальности, так как, благодаря уникальным техническим решениям, примененным при разработке программ, работа с системой сегодня выглядит, как компьютерная игра и не требует от пользователя знания тонкостей программирования или знакомства с механизмами реляционных баз данных. Вовлеченный в процесс построения графиков и зависимостей, сравнения данных различных типов и природы, пользователь начинает строить свои собственные экспертные оценки. Творческая составляющая его ежедневного труда существенно возрастает, и теперь уже он сам заинтересован в том, чтобы его выводы строились на базе достоверной информации, реальное качество которой лучше него не оценит никто.

Следующей важной составляющей системы является слой аналитических подсистем. С помощью программ, исходной информацией для которых является единая база данных, достоверность которой обеспечена средствами интерфейсов, а алгоритмы функционирования строятся на утвержденных методиках и регламентах, пользователь может не только удобно просматривать данные, но и производить сложные расчеты, моделировать различные ситуации, полноценно анализировать доступную информацию, строить далеко не очевидные выводы на основе не только эмпирических, но и расчетных данных.

С помощью программы анализа данных внутритрубных обследований INPIPE можно классифицировать дефекты, привязывать их к трубопроводу по местоположению, оценивать несущую способность трубопровода, планировать и контролировать ход устранения дефектов.

Подсистема анализа средств электрохимзащиты (Corrosion) позволяет оценивать коррозионную обстановку вдоль трассы трубопровода, определять уровни защищенности при эксплуатационных режимах, оптимизировать защитные режимы установок электрохимической защиты, оценивать остаточный ресурс изоляционного покрытия, остаточный технический ресурс средств электрохимической защиты, текущее коррозионное состояние. Как результат работы программы, появляется возможность разрабатывать рекомендации для составления пла-

Рис 3. Пример работы программы анализа данных внутритрубных обследований

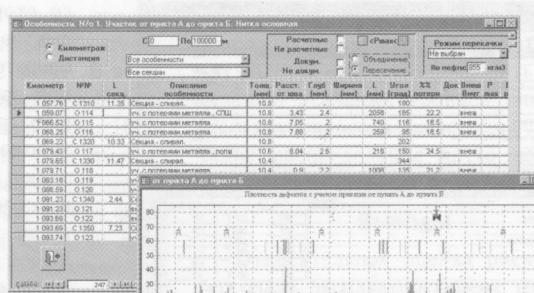


Рис 4. Пример работы программы расчета стационарного режима трубопровода

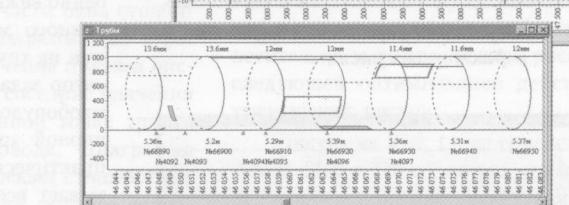
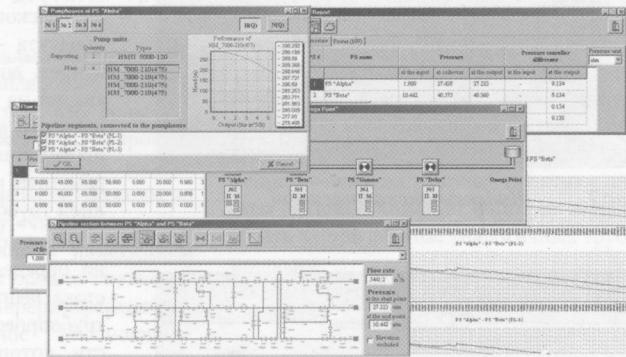


Рис 5. Пример работы программы расчета выхода продукта

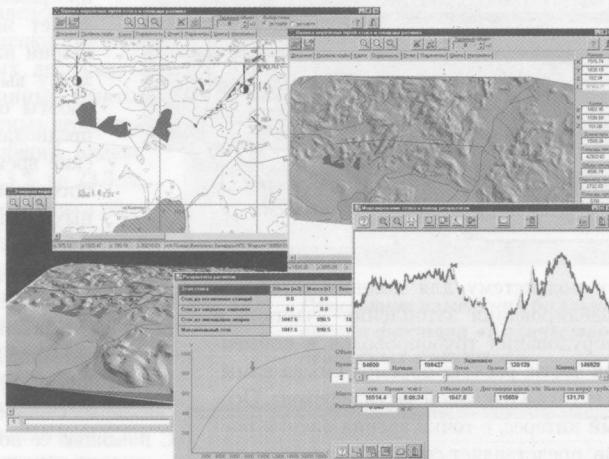


на ремонта и реконструкции защитных установок, изоляционного покрытия, со- здавать коррозионные карты участков трубопровода.

Подсистема анализа технического состояния и ремонтов подводных переходов (UWCM) позволяет проводить оценку соответствия текущего состояния подводных переходов магистральных нефтепро-

водов установленным нормативным требованиям, определять местоположение участков нефтепровода, на которых отмечены отклонения от этих норм на основании информационных материалов, полученных в различные моменты времени.

Мощный математический аппарат и внимательный подход к качеству геодезических данных позволяют использовать



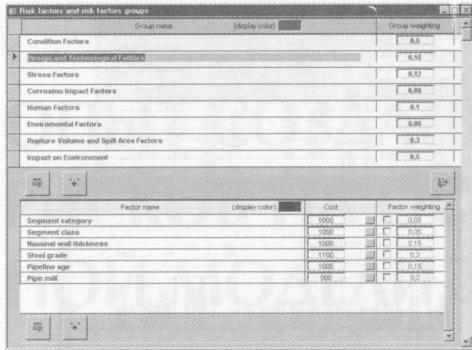


Рис 6. Форма для управления группами и факторами риска

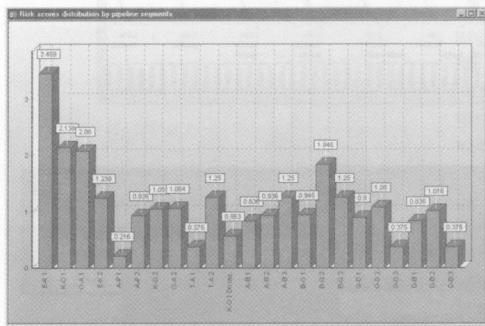


Рис 7. Индексы риска участков трубопровода

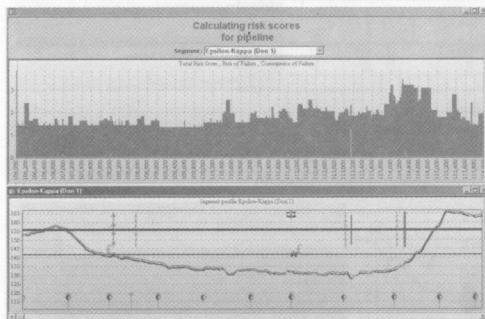


Рис 8. Распределение индекса риска по участку трубопровода

этую подсистему для полномасштабного моделирования затопления участков и оборудования трубопроводов в пойменной части, расчета объемов смыва-намыва грунта в русловой части перехода. Особый интерес, с точки зрения оценки рисков, представляет собой возможность определения направления движения продукта при авариях на подводных переходах, что, в свою очередь, позволяет разработать план ликвидации аварии с определением мест установки боновых заграждений и рассчитать возможный экологический ущерб.

Программа расчета стационарного режима (StatReg) исключительно важна для определения давлений в трубопроводе, выбора оптимального режима перекачки с учетом имеющихся ограничений

со стороны обнаруженных дефектов, реальных возможностей оператора по управлению запорной арматурой. Используя теорию графов, программа строит топологически связные схемы любой степени сложности. Опираясь на теорию истечения жидкости, рассчитывает давление в любой точке трубопровода, в том числе с учетом профиля, и производительность системы. Особенно важна возможность оперативного моделирования ситуации на трубопроводе, когда оператор задает состояние насосного оборудования и положение запорной арматуры, а программа практически мгновенно рассчитывает все важнейшие характеристики процесса.

Следующий класс задач аналитического слоя – расчет выхода продукта – связан с прогнозированием возможных последствий аварий на трубопроводе, а также расчетом некоторых важных для проведения ремонтных работ параметров, связанных с опорожнением трубопровода.

С помощью задач Razliv можно определить возможные пути стока нефти из любой точки на трубопроводе, площадь поверхности, которую займет вытекший продукт, его объем и объем загрязненного грунта. С помощью программы Dinstok пользователь может моделировать ситуацию аварии на трубопроводе, задавая точку выхода нефти, параметры работы оборудования в момент предполагаемой аварии, критические времена закрытия отсекающих задвижек и остановки насосных агрегатов. В результате программа рассчитывает функцию объема выхода продукта от времени, что позволяет определить, сколько продукта выйдет в любой момент времени от начала предполагаемой аварии. Программа Volstok полезна при проведении ремонтов, связанных с опорожнением трубопровода. С помощью ее пользователь может определить объем нефти, который вытечет из ремонтируемого участка и какое время займет эта операция.

Принципы построения и примеры работы программы расчета рисков

В настоящее время нашей компанией разработана программа оценки риска Risk 1.0, входящая, как составная часть, в информационно-аналитическую систему Slider Office. Цель Risk 1.0 состоит в том,

чтобы на основе данных, собираемых, хранимых и анализируемых в системе Slider Office, оценить риски на трубопроводе, идентифицируя все существенные опасности, которые повышают вероятность отказа, наряду с потенциальными воздействиями отказа, и затем, оптимизируя меры управления рисками, предложить лучшие решения по распределению ресурсов.

В качестве основного подхода при расчете рисков используется хорошо известная модель балльной оценки различных факторов влияния. Факторы объединены в группы, которым присвоены весовые коэффициенты. По достаточно простым формулам рассчитываются индексы риска аварии (технологический риск), риска последствий аварии (экологический риск) и индекс суммарного риска. Не имеет, очевидно, особого смысла подробно останавливаться на составе факторов и их весах, тем более, что программа позволяет очень удобно и быстро добавлять новые факторы, объединять их в группы и ставить им в соответствие веса. Основной целью нашей работы было создание аппарата, который позволил бы пользователю комбинировать различные факторы, просматривать их поведение совместно, определять степень их влияния на суммарный индекс риска, разрабатывать мероприятия по снижению риска с учетом экономической эффективности.

При этом, необходимо еще раз напомнить, что все расчеты ведутся на основе данных системы Slider Office, которая описывает трубопровод с максимально достижимой на данный момент достоверностью. Программы аналитического слоя также помогают в формировании данных для оценки рисков. Так, система анализа работы средств электрохимзащиты поставляет участки, незащищенные во времени и в пространстве с некоторыми качественными характеристиками, необходимыми для формирования группы факторов влияния коррозии, программы анализа данных внутритрубной диагностики отвечают за факторы технического состояния, программы выхода продукта в значительной степени определяют значения факторов группы ущерба окружающей среды.

В основе расчета риска лежит система факторов, собранных в группы, каждая из которых соответствует тем или иным причинам, приводящим к авариям или убыткам в результате аварий. С помощью формы, показанной на рисунке 6, можно оперативно управлять набором факторов, групп факторов, их весами и баллами. Это позволяет пользователю строить свою систему факторов и весов, наиболее подхо-

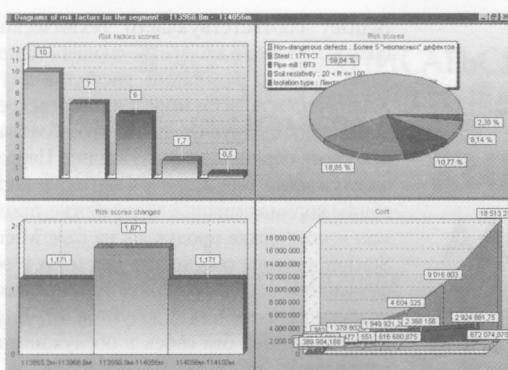


Рис. 9. Анализ влияния на индекс риска групп и факторов риска

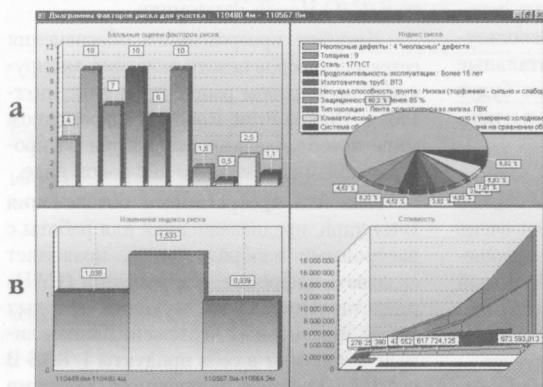


Рис. 10. Составляющие индекса риска в данной точке

дящую, по его мнению, для исследуемой системы трубопроводов.

Выстроив модель рисков, пользователь запускает расчет. В результате расчета генерируется несколько выходных форм. На рисунке 7 представлена диаграмма максимальных уровней риска по всем трубопроводам компании. Назначения трубопроводов показаны внизу диаграммы сокращенными именами.

Для детального анализа индекса риска конкретного участка существует форма, приведенная на рисунке 8.

Очень интересной представляется возможность анализировать поведение факторов и их взаимное влияние на величину технологического, экологического и суммарного рисков на участке трубопровода. Форма на рисунке 9 предназначена именно для этого. В трех окнах формы можно поместить любой набор из результатирующих рисков, групп факторов или отдельных факторов. Сравнивая величины значений во всех трех окнах, можно делать выводы о том, какой фактор или группа факторов оказывает решающее влияние на индекс риска на некоторых отрезках данного трубопровода.

При желании, более детально изучить поведение факторов уже в конкрет-

ной точке, можно просто кликнув мышью в интересующем Вас месте. В этом случае генерируется форма, показанная на рисунке 10. В верхней части окна столбиковая диаграмма (а) отражает балльные оценки факторов риска; круговая диаграмма (б) – процентное соотношение факторов в суммарном индексе риска. В нижней части окна столбиковая диаграмма (в) отражает значение индекса риска и его соседние значения в выбранной точке трассы трубопровода. Диаграмма (г) – отражает стоимостные показатели фактора риска, например, стоимость хода ремонта дефектов трубопровода.

Уникальность приведенного комплексного окна состоит в том, что пользователь может анализировать влияние на общий индекс риска отдельного фактора по принципу «что, если ...». Одновременно с изменением балльной оценки соответственно перераспределяется процентное соотношение факторов риска в круговой диаграмме и меняется общее значение индекса риска.

На рисунке 11 приведен пример изменения балльной оценки фактора «Количество неопасных дефектов». При достижении указанным фактором значения «2 неопасных дефекта» процент влияния на общий индекс риска уменьшился с 60.3 % до 23.3 %. Одновременно значение индекса риска уменьшилось с 1.533 до 0.741.

Кроме того, комплексное окно предоставляет возможность выбора различных значений факторов риска, которые снижают общий индекс с одновременной стоимостной оценкой данного решения. Так же предусмотрено автоматическое создание ведомости мероприятий по снижению уровня риска в целом по трубопроводу, что позволяет учитывать факторы наиболее высокого риска при формировании плана ремонта трубопровода, а также решать задачи определения требуемых мощностей и характера распределения по трассе служб ликвидации аварий.

Имеется возможность подсчета общей длины трубопровода по квантам индекса риска. Иными словами,

выполняется ранжирование длины трубопровода по индексу риска, что позволяет более осмысленно подходить к определению реальных уровней риска для всего трубопровода в целом (рисунок 12). Такое распределение часто называют «профиль риска».

Выводы

Относительная оценка рисков дает персоналу, эксплуатирующему трубопроводы, возможность управлять техническим состоянием оборудования на основе эффективного определения областей с относительно высоким уровнем риска и последующей оптимизацией действий по уменьшению рисков.

Программа Risk 1.0 из семейства программ Slider Office может применяться для анализа и оценки рисков, как на всех трубопроводах кампании, так и на отдельном участке, и даже в конкретной точке. При этом можно быть уверенным в том, что для расчетов используются наиболее достоверные и актуальные данные. С другой стороны, продуманный интерфейс позволяет строить свои собственные модели оценки риска, что обеспечивает сохранение лучших достижений практики анализа рисков и помогает повторно использовать их при анализе аналогичных трубопроводов.

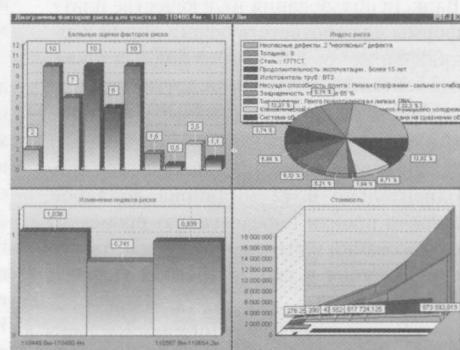


Рис. 11. Результат изменения балльной оценки фактора «Количество неопасных дефектов»

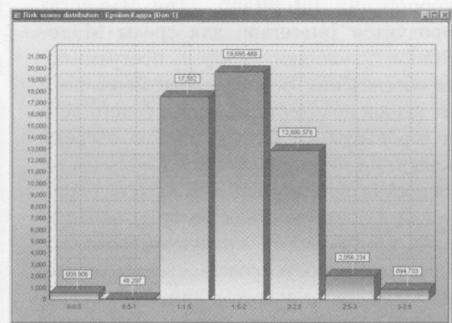


Рис. 12. Распределение длины трубопровода по индексам риска

INTERGRAPH И BENTLEY ОБЪЕДИНЯЮТ УСИЛИЯ ДЛЯ РАС- ШИРЕНИЯ РЫНКОВ И УВЕЛИЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

В рамках новой экономической стратегии Bentley приобретает три семейства программных продуктов Intergraph; Intergraph заключает OEM-соглашение с Bentley относительно использования MicroStation и других продуктов Bentley в своих комплексных решениях

27 апреля 2000 г. корпорации Intergraph и Bentley Systems объявили о заключении соглашения, объединяющего усилия компаний для максимального увеличения совместной доли рынка и экономического потенциала. В соответствии с заключенным соглашением

1) Bentley приобретает права на семейства продуктов Intergraph, разработанных для среды MicroStation в следующих прикладных областях: гражданское строительство, сетевые серверы печати и обработка растровых изображений;

2) Intergraph заключает стратегическое OEM-соглашение с Bentley относительно продажи и поддержки программного обеспечения MicroStation/J и Project-Bank, использования их в качестве платформы для соответствующих линий вертикальных продуктов Intergraph, а также относительно интеграции других продуктов Bentley в комплексные решения Intergraph для вертикальных рынков.

Данное соглашение, оцениваемое приблизительно в 42 миллиона долларов, должно пройти определенную процедуру согласований и утверждений и, как ожидается, вступит в силу в третьем квартале 2000 года.

«Соглашение между Intergraph и Bentley является взаимовыгодным как для обеих компаний, так и для их клиентов. Intergraph владеет 33% акций Bentley, и мы и наши акционеры заинтересованы в успехе Bentley», – сказал Jim Taylor, президент корпорации Intergraph. «Три семейства продуктов Intergraph для среды MicroStation дополняют портфель программного обеспечения Bentley, ориентированный на рынок архитектуры, инженерного дела и строительства (AEC); в свою очередь, клиенты Intergraph смогут воспользоваться достижениями Bentley в области технологий и инструментальных средств. Передача программных продуктов позволит Intergraph сфокусировать свое внимание на таких проблемах, как комплексные решения, системная интеграция и предоставление услуг на шести основных вертикальных рынках – Public Safety, Process & Building, Utilities & Communications, Go-

vernment Solutions, Mapping/GIS и Z/Imaging. Деятельность Intergraph на этих вертикальных рынках предусматривает формирование решений с использованием комплексного программного обеспечения, консалтинг и услуги для крупных проектов и законченных технологических цепочек. При создании этих решений используются оптимальные инструментальные средства; в будущем эти решения будут включать в свой состав MicroStation и приложения от Bentley.»

В свою очередь, Keith Bentley, основатель и президент Bentley Systems сказал: «Данная стратегия взаимодействия очень важна для обеих компаний. Наши отношения с Intergraph начались в 1987. Новый альянс с Intergraph – основным интегратором наших расширенных за счет соглашения семейств программных продуктов – предлагает нашим пользователям лучшее: Bentley в качестве основного поставщика технологий, а Intergraph в качестве системного интегратора и поставщика специализированных решений мирового класса масштаба предприятия.»

По мнению Charles Foundyler, президента корпорации Daratech, аналитика компьютерной отрасли, «данное соглашение между Intergraph и Bentley является хорошей новостью для обеих компаний и их клиентов. В результате программное обеспечение Bentley дополнено комплектом программного обеспечения, ориентированного на рынок AEC. В свою очередь, это программное обеспечение усиливается за счет ProjectWise/ProjectBank и других технологий для сектора рынка инженерных приложений/строительства/эксплуатации (Engineering/Construction/Operations – E/C/O), в котором Bentley является лидером.»

Daratech определяет емкость мирового рынка E/C/O в 4 миллиарда долларов.

Соглашение также предусматривает передачу корпорацией Intergraph корпорации

Bentley соответствующего технического персонала и персонала, отвечающего за продажи. Офисы компаний расположены в Хантсвилл и во всем мире в непосредственной близости друг от друга, что облегчает проблему перемещения служащих. Передача служащих Intergraph в Bentley, а также общие корни компаний в разработке, продажах и поддержке продуктов на базе MicroStation должны обеспечить быструю и эффективную передачу технологий, продаж и поддержки семейства продуктов от Intergraph к Bentley без сбоев в обслуживании клиентов.

Приобретаемое Bentley программное обеспечение Intergraph способствует развитию методов ведения e-бизнеса в секторе E/C/O Новой Экономики.

Линейка программного обеспечения сетевых серверов печати включает лидирующие на мировом рынке продукты: InterPlot и Digital Print Room. В современном мире преобладающим становится распространение информации в цифровом виде.

Линейка программного обеспечения Intergraph, предназначенная для работы с растровыми изображениями, позволяет создавать цифровые, «сапровские» (CAD) представления существующих твердых копий инженерных чертежей. Данная линейка включает в себя продукты I/RAS B и I/RAS Engineer, являющиеся лидерами рынка в данной отрасли. Новые возможности интерактивной работы с информацией, предлагаемые Bentley для сектора рынка E/C/O, увеличивают информационную ценность существующих инженерных чертежей и создают новый спрос на продукты I/RAS B и I/RAS Engineer.

Семейство программного обеспечения Intergraph, предназначенное для гражданского строительства, включает такие продукты, как InRoads, InRail, приложения для подготовки места под строительство, геодезической съемки, проектирования мостов, ливневой и сточной канализации. Являясь лидерами рынка, Bentley и Intergraph верят, что рынок гражданского строительства останется одной из наиболее технологически развитых отраслей инженерной деятельности, и заключенное соглашение создаст новые возможности для предложения программного обеспечения Bentley и услуг интеграции Intergraph.

Информация предоставлена компанией Intergraph

Наконец-то компания Intergraph объявила о выпуске русской версии продукта GeoMedia IK

Русификация включает: интерфейс пользователя, поддержку стандартов, контекстную подсказку, учебное пособие и печатную документацию.

Среди других новых продуктов Intergraph, выпущенных в 2000 году:

GeoMedia 4.0: теперь включает технологию SmartPlot + дополнительные серверы данных + 75 улучшенных возможностей.

GeoMedia Professional 4.0: улучшенные средства ввода и редактирования + все преимущества GeoMedia 4.0.

GeoMedia Web Map 4.0: большая производительность + дополнительные серверы данных + продукт GeoMedia.

GeoMedia Web Enterprise 4.0: реализован экспорт в файлы DGN и ShapeFile + продукт GeoMedia Web Map.

Московская областная газета

**Я ХОЧУ ПОДПИСАТЬСЯ НА
«ГИС-ОБОЗРЕНИЕ»
(4 НОМЕРА В 2000 г.)**

- за 349 руб. (для подписчиков из России),
 за 319 руб. (как частное лицо) оплата почтовым переводом

Информация о подписчике

Ф.И.О. _____

Полное наименование фирмы : _____

Город: _____

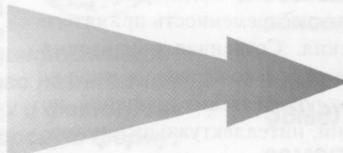
Индекс: _____ адрес: _____

код: (_____), тел: _____ факс: _____

E-mail: _____

Оплата за подписку перечислена ПП № _____ от _____

**ВНИМАНИЕ !!!
ИЗМЕНИЛСЯ АДРЕС
РЕДАКЦИИ:**



РЕКВИЗИТЫ для оплаты подписки:

ООО «ГИС-ревью», ИНН 770925292/770901001
 ОАО «Альфа-Банк» р/с 40702810510000015315,
 к/с 3010181020000000593, БИК 044525593.

Заполненный купон вместе с копией платежного поручения
 вышлите в адрес «ГИС-обозрения»

РЕКЛАМА В НОМЕРЕ

фирма

Интерграф	2
Аэрогеофизика	3
Национальная картографическая корпорация	53
DATA +	54
Objectland	55
Кредо Диалог	56

реклама на стр.



Журнал издается с 1994 года, зарегистрирован в
 Комитете Российской Федерации по печати,
 свидетельство о регистрации №014686. Учредители:
 Государственный институт проектирования городов
 «Гипрогор» и коллектив редакции.

За содержание рекламных статей и объявлений редакция
 ответственности не несет.

Материалы, переданные редакции, не рецензируются и
 не возвращаются. Мнение редакции не обязательно
 совпадает с мнением авторов.

**ГИС-ОБОЗРЕНИЕ
№ 1'2000**



ЖУРНАЛ ПО СОВРЕМЕННЫМ
 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Директор

Борис Фельдман

Редактор выпуска

Ольга Блинкова

Главный редактор

Александр Антонов

Верстка

Ирина Денькина

Менеджер по рекламе

Роман Фельдман

PR-менеджер

Елена Кондратьева

Редакционный совет

Александр Владимирович Веселовский

Александр Михайлович Берлянт

Евгений Геннадиевич Капралов

Юрий Константинович Королов

Михаил Юрьевич Караванов

Александр Владимирович Кошкарев

Леонид Григорьевич Кушнир

Валентина Петровна Палиенко

Владимир Сергеевич Тикунов

Сергей Николаевич Шibalov

Игорь Григорьевич Черванев

Адрес редакции:

Москва, ул. Гиляровского,
 дом 47, офисы 414 и 421а

Адрес для корреспонденции:

113216 Москва а/я.44

Телефоны: (095) 281-77-18, 971-39-27

Факс: (095) 281-77-18

E-mail: mail@gis.go.ru

Интернет: www.gis.go.ru

НАЦИОНАЛЬНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ: В НОВОЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ С НОВЫМИ ПЛАНАМИ

Прошел год после объединения в Национальную картографическую корпорацию ряда отечественных фирм, в течение нескольких лет являющихся лидерами в области цифровой картографии, фотограмметрии и геодезии, ГИС-систем и геоинформационных технологий.

До сих пор это единственный пример в России слияния нескольких успешных научных и производственных коллективов.



Результаты реорганизации комментирует Генеральный директор Национальной картографической корпорации доктор технических наук, профессор Александр ШАРАВИН.

«Мировой опыт показывает, что объединение компаний экономически эффективно не только с точки зрения сложения капитала, наблюдается также значительная экономия и рост прибыли за счет рационализации структуры и использования объединенных возможностей.

Около года назад в результате сложения усилий Научно-производственного объединения «ПАНОРАМА-КАДАСТР», Научно-производственной фирмы «ПАТРИС-ЭЛКАРТ», Института политического и военного анализа, а также ряда нос-

больших фирм, в течение нескольких лет занимающих передовые позиции в области цифровой картографии, фотограмметрии и геодезии, ГИС-систем и геоинформационных технологий, была образована Национальная картографическая корпорация.

Окончательному объединению предшествовал длительный подготовительный этап работы с акционерами и формирования позитивного отношения к реорганизации среди клиентов и сотрудников.

Учитывая, что в российской практике не было аналогов, все этапы объединения проходили при консультационной поддержке специалистов ведущей консалтинговой фирмы «Имидж-контакт». Оргконсультанты отмечают, что процесс объединения прошел четко и быстро, без финансовых, клиентских и кадровых потерь.

Прошедший год подтвердил правильность и своевременность принятого нами решения. Созданная корпорация объединила не только капитал и материальную базу родительских компаний, но и технологии, интеллектуальный потенциал.

Девять докторов наук, более десятка кандидатов и сотни высокопрофессиональных специалистов организовали мощное современное производство, а также развернули серьезные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. В активе создание аппаратно-программных земельно-картоографических и цифрового фотограмметрического комплексов, разработка и внедрение земельно-информационных систем городского и районного уровней. Подобные комплексы и системы совместно с Госцентром «Землемер» поставлены в десятки регионов России. Выполнены уникальные по составу и объемам топографо-геодезические работы в интересах таких промышленных гигантов как АО «Северсталь» и АО «ЛУКойл». Например, только на территориях, занимаемых ТПП «Лангепаснефтегаз», произведены: аэрофотосъемка (как обычная, так и спектрональная на площадь более 10000 кв. км); полевые работы (от планово-высотной подготовки эротоснимков до съемок подземных коммуникаций); разработка специализированного программного обеспечения

ГИС «ЛУКойл-Лангепаснефтегаз» и его внедрение.

Корпорация имеет тесные контакты и динамичное взаимодействие не только с коммерческими структурами, но и с государственными организациями. Наши постоянные заказчики: Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство обороны, Министерство внутренних дел, Федеральная служба охраны, ГУБОП, Федеральная служба безопасности, Главное Управление внутренних дел г. Москвы, региональные структуры Госкомзема.

Если говорить об экономических показателях, то после объединения объем заказов значительно вырос. Только в первом квартале этого года оборот превысил один миллион долларов.

Сейчас наша корпорация позиционируется как универсальное, научно-производственное объединение, ориентируемое на реальный сектор экономики, на реальные потребности своих заказчиков.

В отличие от большинства фирм и организаций аналогичного профиля Национальная картографическая корпорация не испытывает трудностей при получении заказов, так как мнение и запросы клиента всегда находятся в центре внимания нашего персонала. Результат – портфель заказов сформирован на два-три года вперед.

Корпорация имеет пять основных подразделений: департамент картографии и фотограмметрии, департамент геодезии и кадастра, информационно-технический и научно-исследовательский отделы, а также метеорологическую лабораторию.

На пороге грядущего тысячелетия мы взяли на себя обязательство стать корпорацией высочайших цифровых технологий. Уже в ближайшем будущем, благодаря профессионализму сотрудников, наш коллектив надеется стать лидером в своей отрасли и не только в России, но и за рубежом. Конверсионные технологии, получившие развитие в Национальной картографической корпорации, позволили нам иметь цены на продукцию и услуги существенно ниже западных аналогов.

Наша цель – лидерство. Лидерство – в ответственности, лидерство – в технологиях. Лидерство – в скорости и качестве выполнения заказов. Чтобы наши заказчики могли пользоваться продукцией корпорации с чувством уверенности.

Мы идем навстречу клиентам. Для большего их удобства сеть филиалов и представительств корпорации будет расширяться не только на всей территории России, но и будет создаваться за рубежом.

Картографическая продукция с надписью «Сделано в России» должна стать привычной на мировых рынках».



НАЦИОНАЛЬНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ

Картография

Разработка математической основы, содержания и оформления карт различных видов и масштабов; создание и обновление кадастровых карт и планов; составление, обновление, подготовка к изданию, размножению в графическом и цифровом видах карт и атласов; изготовление рекламных и информационных изданий с использованием картографической основы

Цифровая топография и фотограмметрия



Обоснование и разработка геоинформационных систем различного назначения; перевод картографических и фотограмметрических документов в цифровую форму; цифровое трансформирование

аэрофотоснимков; создание цифровых фотодокументов по материалам аэрофотосъемок; создание цифровых моделей местности; создание и обновление цифровых карт; формирование баз и банков цифровых картографических данных



Выпускаемая научно-техническая продукция отличается высоким качеством и соответствует отечественным и зарубежным стандартам. Изготавливаемые аппаратно-программные комплексы, по своим техническим возможностям соответствуют зарубежным аналогам, а по некоторым показателям превосходят их. Отечественные предприятия и организации подобные аппаратно-программные средства не выпускают. Стоимость комплексов в 5-7 раз ниже зарубежных аналогов. Гарантийное и сервисное обслуживание своей научно-технической продукции корпорация осуществляет самостоятельно.

**Контактный телефон
924-89-61**

**Наш адрес: 103031, Россия, г. Москва ул. Кузнецкий мост, д. 20
E-mail: patris@glas.apc.org. Тел.: (095) 923-33-28, 923-68-51, Факс: (095) 928-92-45**

Геодезия

2000



Построение и развитие плановых высотных съемочных сетей; топографическая съемка; съемка подземных и наземных коммуникаций и сооружений; создание автоматизированного рабочего места геодезиста



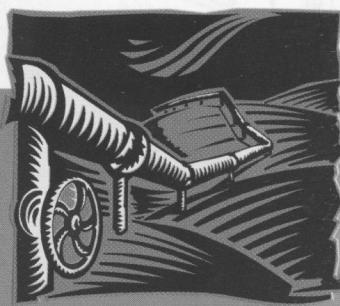
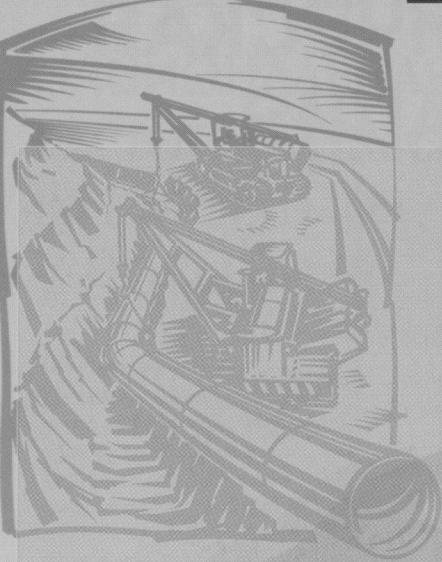
Фототопография

Проектирование и научное сопровождение аэрокосмических съемок местности; построение сетей фототриангуляции; создание координатной основы в любой проекции и системе координат; дешифрирование; создание фотодокументов по снимкам; обновление топокарт и планов

Земельный кадастр, мониторинг земель и землеустройство

Разработка и поставка программного обеспечения по созданию и ведению земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства;

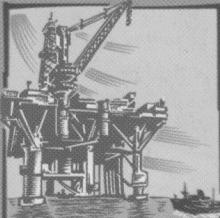
- межевание земель;
- землестроительные работы;
- инвентаризация земель;
- разработка нормативно-технических и правовых документов в области государственного земельного кадастра, мониторинга земель и землеустройства.



ГИС & ГАЗ

Сегодня Географические информационные системы (ГИС) стали неотъемлемой частью информационной среды многих компаний – от мелкого частного бизнеса до гигантов индустрии. Объяснение такой популярности просто – ГИС позволяют **на порядки (!)** снизить стоимость многих работ. Везде, где приходится иметь дело с распределенными в пространстве объектами, ГИС дают ощутимый экономический эффект. Это прекрасное средство интеграции пространственной и описательной информации, включая данные из СУБД и САПР.

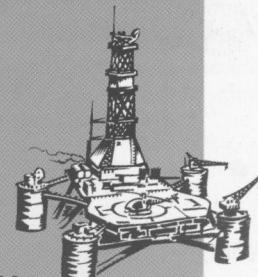
Эти системы находят применение на всех направлениях работ от разведки и добычи до транспортировки и распределения газа.



Признанным во всем мире лидером по созданию ГИС для нефтегазовой отрасли является компания ESRI, имеющая 30-летний опыт разработки таких систем. Продукты этой компании могут использоваться для многофакторной оптимизации прокладки трубопроводов, оценки экологических рисков, управления инфраструктурой, в том числе сетевой с учетом по пикетажу.

Ключевой особенностью продукции ESRI является масштабируемость, позволяющая использовать единую технологию в диапазоне от отдельных рабочих мест до ГИС целой отрасли и даже страны: от простейших приложений на основе MapObjects и ArcView до сложнейших систем на основе ArcInfo и SDE.

В целом, применение ГИС обеспечивает высокий уровень возвратности средств, затраченных на получение, структуризацию, анализ и визуализацию исходных данных.



**object
Land**

геоинформационная система
geoinformation system

**Отражение
объективной реальности**

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ CREDO В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ



РАЗВЕДКА

геодезическое обеспечение
2Dи 3D сейсморазведочных работ

ИЗЫСКАНИЯ

площадные изыскания кустов и сооружений,
линейные и полосные изыскания по сборным
и магистральным трубопроводам

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

проектирование генеральных планов
сооружений (разбивочные, сводные,
вертикальной планировки и др.)

ДОБЫЧА

маркшейдерское обеспечение
обустройства и эксплуатации месторождений

ТРАНСПОРТИРОВКА

исполнительные съемки
при маркировке трубопроводов,
крупномасштабные съемки
сооружений, передача данных
в ГИС

Наш адрес:

Беларусь, 220114, г. Минск, Староборисовский тракт, 15
факс: (1037517) 264 - 79 - 31; тел.: 264 - 20 - 63, 264 - 90 - 87;
E-mail: market@credo.nsys.by
Internet: www.credo.nsys.by