

Использование ГИС в нефтяной индустрии

Вильям Н. Уолли, Chevron, США

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 инфраструктуры 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 бы 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 истощатся 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 земельную 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 сейсмондирования, 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, открывающих 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. Быстродействующие и относительно дешевые компьютеры с высококачественными графическими мониторами, соединенные надежными сетями, стали обычным явлением 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 достаточно 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 затрудняли 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 правительственных 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 данных 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 данные 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-промысловиков, 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 доброй 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 сеймики, 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.

Оценка информационного рынка. Решения общего назначения

Если большую часть задач, стоящих перед нефтяной или газовой компанией, удастся 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 продается 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 сеймику, 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 всемерную 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 из 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 Дата+ разработано расширение к модулю 3D Analyst. Его основная функция - 3D интерполяция, назначение - моделирование поведения физических, химических и других полей в трехмерном пространстве. Оно также обеспечивает построение произвольных горизонтальных сечений созданных поверхностей, сечений по произвольному профилю, сечений поверхностями рельефа, изоповерхностей - 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.

ОБОЗРЕНИЕ ГИС



ГИС В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

В номере: ПРОЕКТ «ГОЛУБОЙ ПОТОК» стр. 6
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА MARINE PIPELINE STUDIO стр. 36
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ РИСК-АНАЛИЗЕ ТРУБОПРОВОДОВ стр. 42

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, подобных 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.

Ольга Блинкова

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА НОМЕРА: ГИС В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ТРУБОПРОВОДНЫМИ СИСТЕМАМИ

Ю.А. Горяинов, В.И. Резуненко, В.Е. Брянских, И.В. Мешерин, А.С. Федоров, Б.А. 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. Уоли
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В НЕФТЯНОЙ ИНДУСТРИИ 17

А.С. Цвешинский, В.С. Тужижкин, 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. Сузуки
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
«3С» АЛГОРИТМ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОРСКОГО ДНА 38

Дэвид Олом
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