

# Применение геоинформационных технологий для проектирования объектов добычи и транспорта ямальского газа

*А.С. Цветинский, В.С. Тужилкин, Б.В. Архипов, В.В. Солбаков (ИПО "Эко-Система"),  
Н.Н. Михайлов, А.А. Воронцов (ВНИИГМИ - Мировой центр данных), Л.В. Шершинева,  
Г.И. Дубиков (ВНИИГаз)*

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 Харасавэйского 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 обустройства Бованенковского ГКМ и перехода через Байдарацкую 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), поддерживаемая 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 информации, 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.

### **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 (фактографические 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 фактографических и текстовых данных и метаданных. Для описания структур фактографических данных используется язык описания архивных данных, разработанный 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.

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:

- 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;
- оценки экологических последствий атмосферного переноса газа при эксплуатации объектов Бованенковского ГКМ;
- планирования мероприятий в связи с подъемом уровня рек в районе Бованенковского ГКМ;
- планирования мероприятий в связи с эрозией ландшафтных образований в руслах рек.

### **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 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 забора 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 природные 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 штормовых 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 Бованенково 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 0-1°C. Рассматриваем два варианта прокладки трубы: без



теплоизоляции и с теплоизоляцией. В расчетах получаем продвижение нулевой изотермы и кровли мерзлого грунта.

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 предоставляет проектировщику мощный и эффективный в использовании инструмент для принятия оптимальных решений с точек зрения минимального воздействия на разнообразные объекты природной среды и максимальной экономической эффективности.

## **Литература**

4. Odisharia G.E., Tsvetsinsky 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.
5. Одишария Г.Э., Шершнева Л.В., Цвезинский 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.

## **Рисунки**

1. Рис. 1. Карта Байдарацкой губы с трассой магистрального газопровода и основными месторождениями газа.
2. Рис. 2. Функциональная структура СИС-Ямал.
3. Рис. 3. Интерфейсы пользователя, обеспечивающие доступ к данным о состоянии природной среды в подсистеме ПРОП.
4. Рис. 4. Интерпретация результатов последствий залпового сброса грунта.
5. Рис. 5. Карта распределения векторов поверхностных течений в Байдарацкой губе.
6. Рис. 6. Карта распределения характеристик ветровых волн в Байдарацкой губе.
7. Рис. 7. Выбор участка и задание расчетных параметров модели теплового взаимодействия.
8. Рис. 8. Результат расчета взаимодействия газопровода с мерзлым грунтом в случае отсутствия теплоизоляции.

# 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., Бонадарук 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