

Использование геоинформационных технологий при риск-анализе трубопроводов

Дэвид Одом, Plexus Data Solutions

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 специфическую 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 дает 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 накладных 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, обеспечиваемых 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 обрабатывать 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 информации, 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 риск-анализа, разработанная Plexus Data Solutions, разработана согласно этому принципу.

Использование геоинформационных технологий для риск-анализа

Все виды бизнеса используют ту или иную разновидность риск-анализа. Двумя главными компонентами риск-анализа являются «вероятность» и «значимость» риска. Обычно команды инженеров и экспертов по эксплуатации работают совместно для определения параметров риска, которые наиболее вероятно влияют на эксплуатацию инженерного сооружения и основываются на опыте и условиях обслуживания, которые уникальны для каждой трубопроводной системы. Набор параметров является фундаментом для алгоритмов и индексов риска в системе оценки риска.

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 компанией 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 Valuables);

- 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.

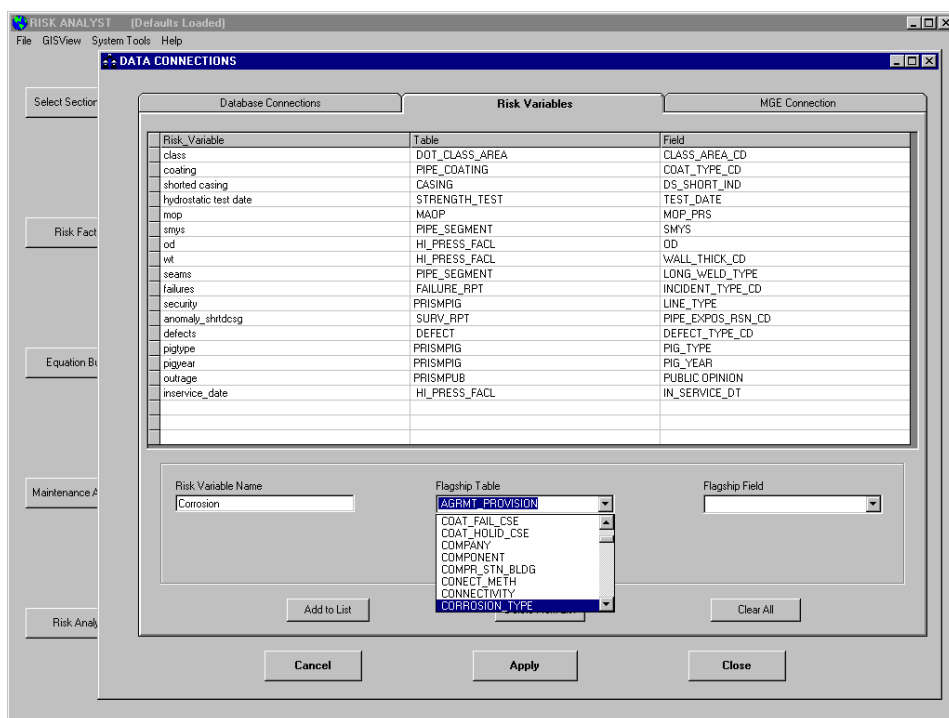
Аналогично, пользователь может интерактивно создавать или модифицировать уравнения риска по мере того, как разрабатываются новые алгоритмы расчета риска. Другая особенность нового программного обеспечения заключается в том, что можно создать систему, в которой даже пользователь-новичок с небольшим опытом 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 атрибутивных 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.

Pipeline	Begin Valve Section	Begin Station	End Valve Section	End Station
100-1	69-1		69-1	6900
100-2	69-2		70-2	
100-3	69-3		70-3	
100-4	69-4		70-4	

Select from Pipeline List Group:

Piggable Segment Area

Select Individual Segments:

Pipeline	Begin Valve Section	Begin Station	End Valve Section	End Station
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>

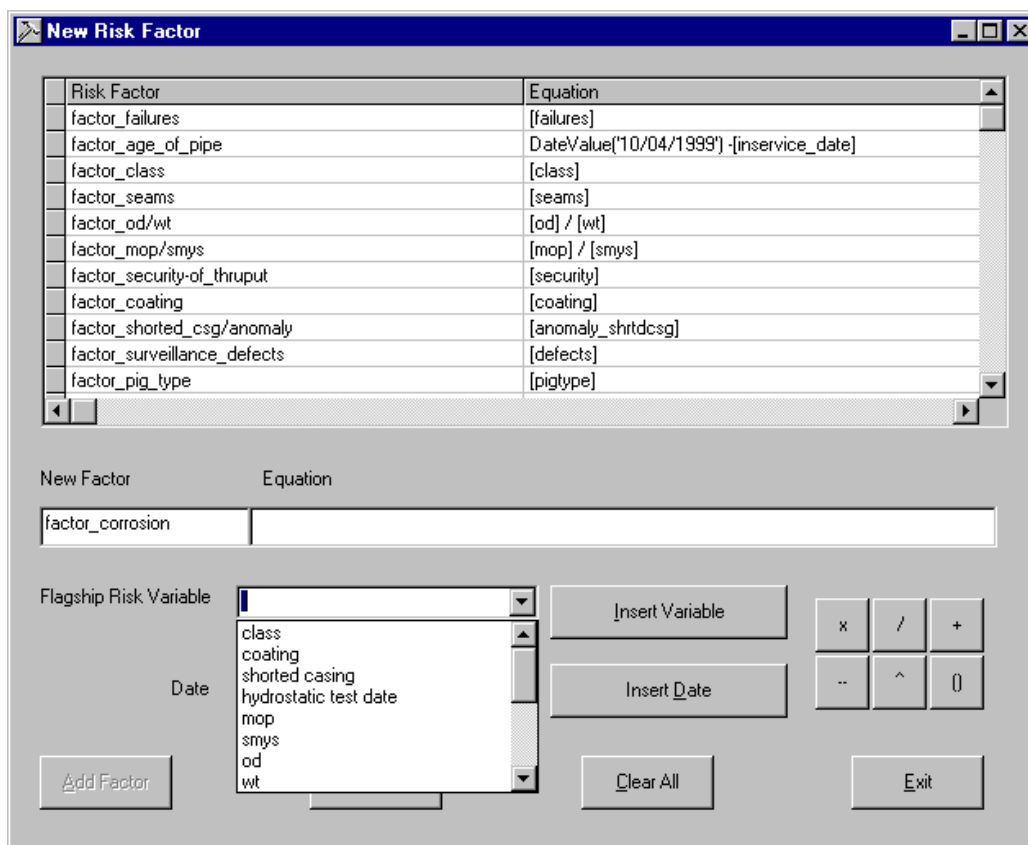
Filter D:

- 14E-200
- 14E-300
- 14F-100
- 14G-100
- 15A-100
- 15A-200
- 15A-300
- 15A-400

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

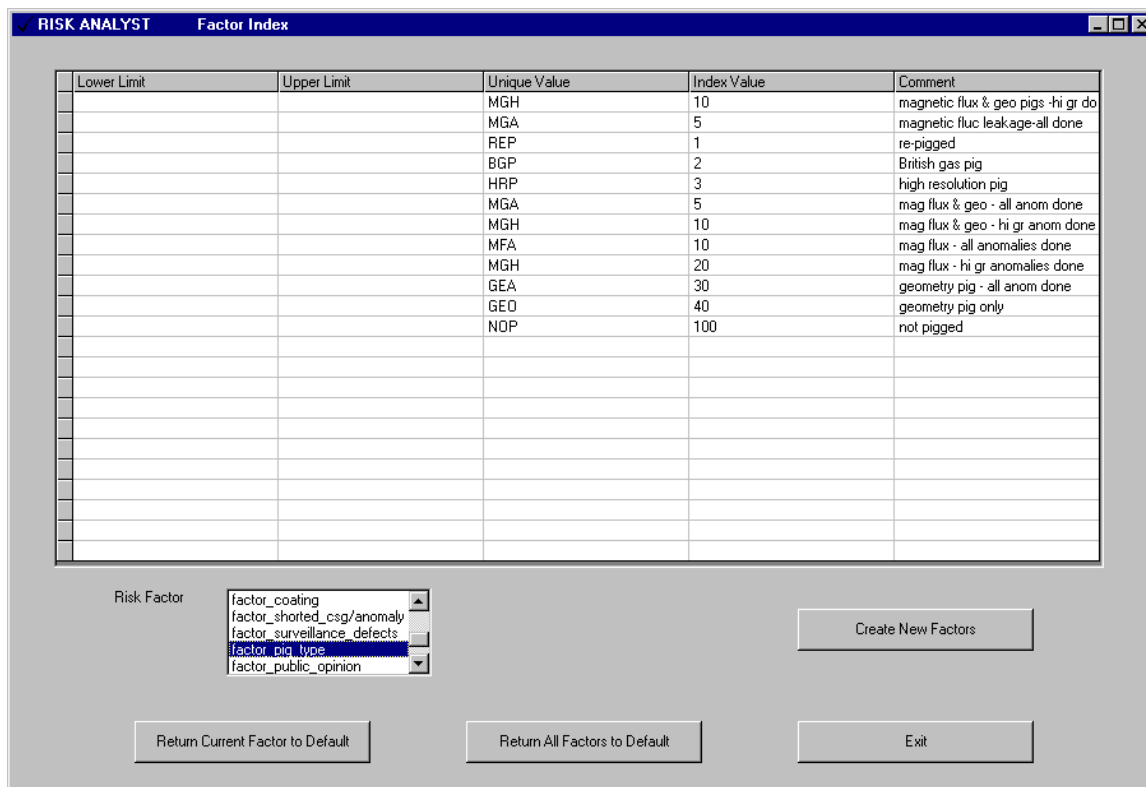
Модуль индексов риска (Risk Indexes Module) позволяет пользователю поставить в соответствие факторам риска индексные значения. Факторы пользователь выбирает из списка факторов риска согласно описанию, данному в предыдущем разделе.

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 выбора 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 дал 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.

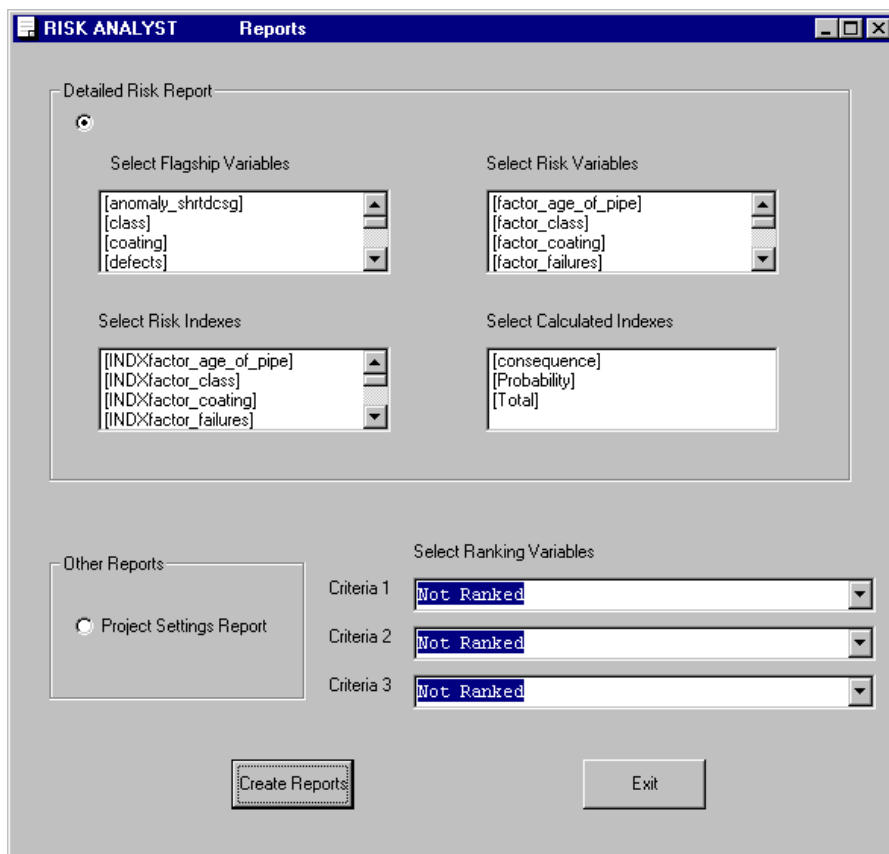
Таким образом, итоговая таблица рисков заполняется значениями факторов риска по всей длине трубопровода. Результирующая таблица рисков используется для создания отчетов и графиков факторов риска, вычислений и деятельности по поддержке.

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

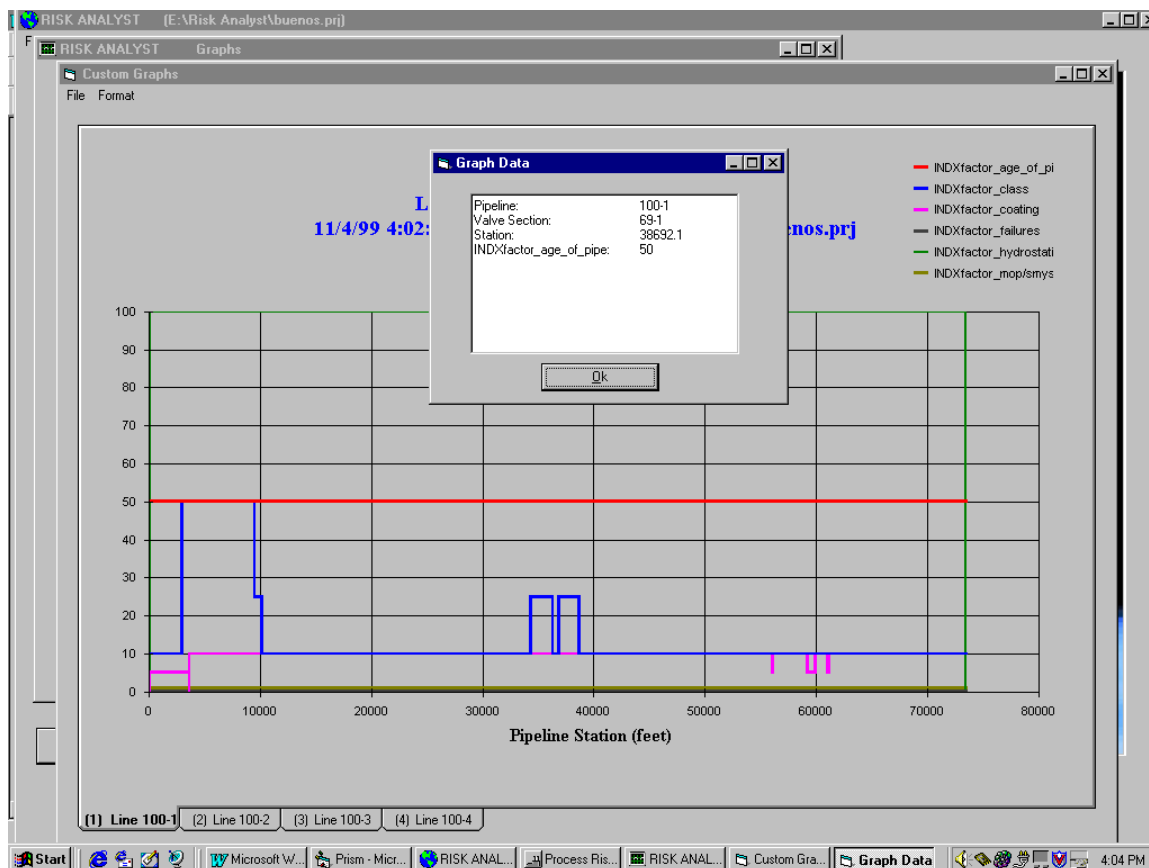
экране, печатается на бумаге без изменений). Пользователь может выбрать команду «Детальный отчет по риску» и выбрать все необходимые ему типы данных риска, переменные риска, индексы риска и вычисляемые индексы риска и отсортировать их.

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.

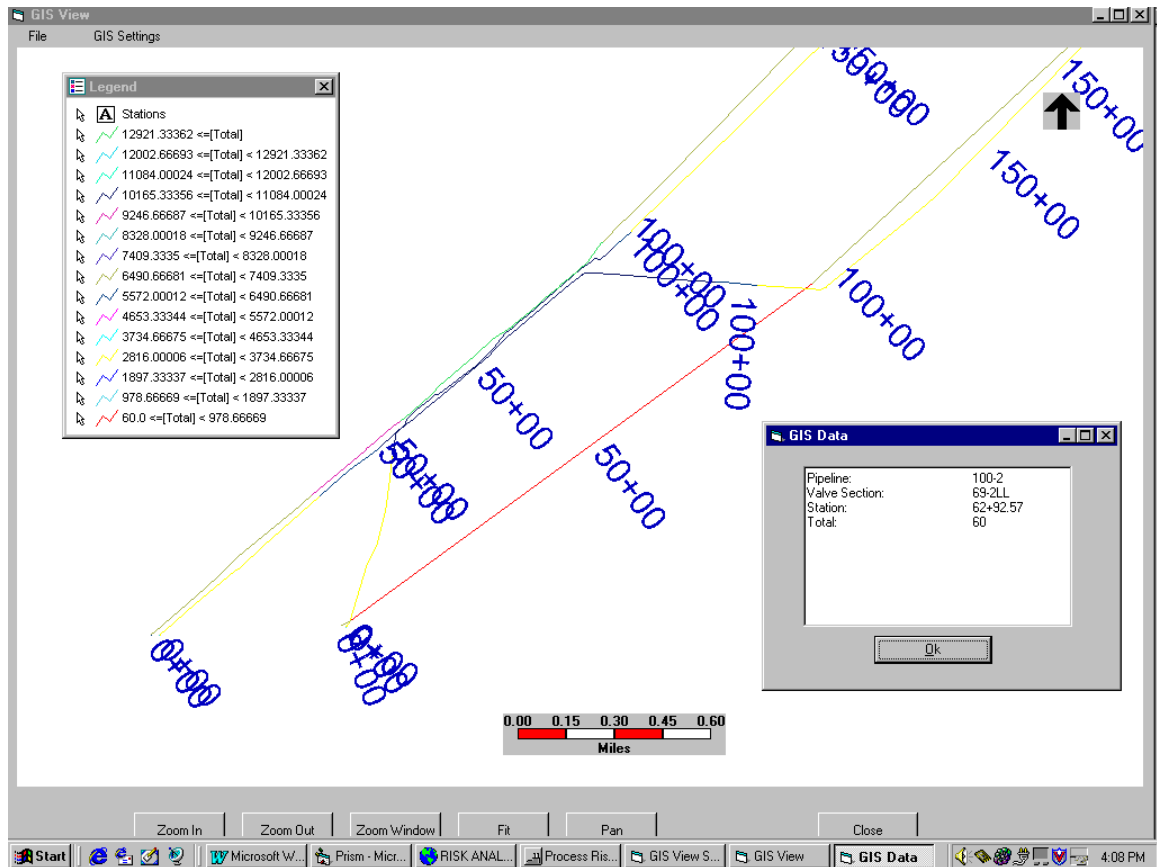


Карты

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 к автору.

David Odom

Plexus Data Solutions, 5120 Woodway,

Suite 5005, Houston, Texas 77056 USA

e-mail: dodom@plexusds.com

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