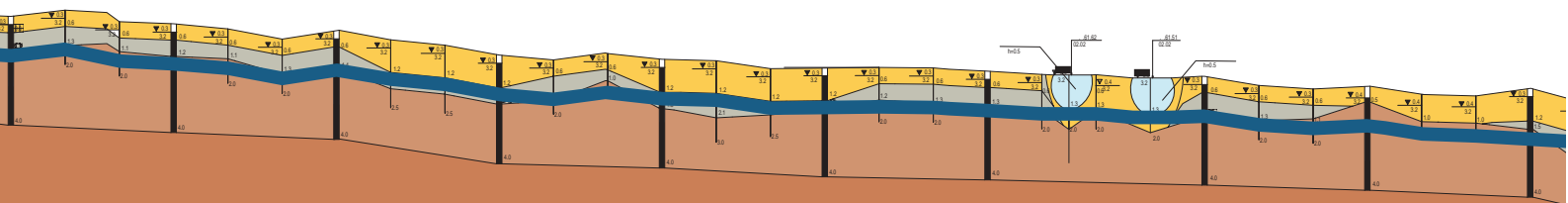


ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОНВЕЙЕР

Нет столь великой вещи, которую не превзошла бы величиною еще большая. Нет вещи столь малой, в которую не вместились бы еще меньшая.

Козьма Прутков



Мысленно проследить путь нефти, закаченной в магистральный нефтепровод, например, "Восточная Сибирь — Тихий океан" (ВСТО) — задача, которую многократно решают специалисты по проектированию крупнейшей нефтяной магистрали, а это ни много ни мало — 2 200 км. Один из вариантов проектируемой магистрали, приведенной на рис. 1, обозначен красным.

Цель проекта — обеспечить транспортировку "черного золота" России на восток и минимизировать издержки в условиях действия большого числа ограничений: технологических, экологических, промышленной безопасности и т.д.

Средство достижения цели — компьютерное моделирование, в процессе которого реальные объекты заме-

няются виртуальными. Такая замена обеспечивает проверку "на прочность" большого числа вариантов трассы за сравнительно короткое время и разумную цену. При этом качество проектных решений и стоимость находятся в диалектической зависимости, а успех дела определяется квалификацией специалистов и качеством оснащения процесса проектирования.

Вряд ли кто усомнится в том, что проектирование является информационным процессом, а возможности интеллекта проектировщиков определяются уровнем используемой информационной технологии.

В этой статье мы расскажем о требованиях, предъявляемых к программным средствам компьютерного моделирования для наиболее эффективного решения задач проектирования.

Проиллюстрируем преимущества новых технологий компании Autodesk на примере показателей экологического риска на этапе проектирования линейной части трубопроводной системы.

Вот, например, как, по материалам МЧС, распределены российские нефтепроводы по своему возрасту (рис. 2). При этом необходимо помнить, что за 30 лет нефтепровод изнашивается полностью.

Таким образом, преклонный возраст российской нефтепроводной системы и связанный с ним высокий уровень риска обуславливает актуальность экологических проблем.

При рассмотрении схемы решения этой достаточно сложной задачи легко продемонстрировать преимущества весьма эффективного подхода, характерного для географических информационных систем (ГИС). Прежде всего, для решения этих проблем проектировщикам необходимо гармоничное сочетание САПР и ГИС, объединенных в одном блоке программных продуктов. Это решение обеспечивают программные продукты компании Autodesk.



Рис. 1. Один из возможных вариантов трубопровода ВСТО

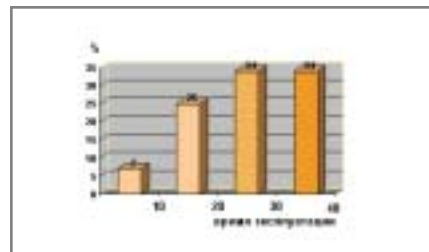


Рис. 2. Распределение нефтепроводов по возрасту

Рассмотрим задачу по оценке показателей экологического риска, которая решается на основе алгоритма, предложенного руководящим документом "Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах" (утверждена. Минтопэнерго РФ 1 ноября 1995 г.).

Последовательность действий, опделенная в РД, приводится на рис. 3.

Этот процесс похож на конвейер, совершивший в свое время революционный переворот в машиностроении. Глядя на стоящие ровными рядами геометрические фигуры, невольно представляешь движущуюся ленту с "заготовками проекта", над которыми "колдуют" разнообразные специалисты. На самом конце ленты проектная документация "материализуется" в тома и аккуратно упаковывается в красивые коробки.

"Поставил на конвейер" — так говорят об очень удачливом организа-

торе, имея в виду высокую детальность и качество технологической проработки всего процесса производства. Можно было бы заключить, что информационный конвейер — это мечта любого ГИП, занимающегося проектированием нефтепроводов.

Способ перемещения "каркаса" проекта с исходными данными от одного специалиста к другому легко можно представить на примере работы коллектива в распределенной вычислительной сети. На каждом рабочем месте организован набор специальных инструментов, который может быть реализован в виде функций специализированного программного обеспечения.

Повышение качества после каждого этапа работы обеспечивает единое хранилище, куда перемещается и где собирается вся подготовленная информация. Этот процесс подобен прикручиванию отдельных деталей к каркасу на сборочном конвейере.

Конвейер должен обеспечить удобный доступ к собираемому агрегату с необходимыми для работы приспособлениями. В нашем случае такой доступ обеспечивают свойства вычислительной сети и возможности администрирования, которые позволяют руководителю и представителям группы контроля следить за эволюцией содержательной части проекта, или, пользуясь конвейерной терминологией, "делать метки" с помощью мела и "снимать" продукцию с конвейера, возвращая агрегат в исходное положение.

Настраиваемый интерфейс и возможность "глубокого" структурирования информации в базах данных обеспечивают специалисту возможность сконцентрироваться на своей работе, игнорируя различные отвлекающие факторы.

Программные продукты компании Autodesk обеспечивают:

- успешную работу в распределенной вычислительной сети;
- богатый, расширяемый набор инструментов пространственного анализа и проектных построений;
- многопользовательскую работу с единым хранилищем геоданных;
- регулирование прав доступа к информации;
- публикацию и просмотр проектных решений с использованием простейших средств в оперативном режиме.

Чутье разработчика средств автоматизации (АСУшника со стажем) подсказывает, что эти инструменты позволяют эффективно построить информационный конвейер. Более того, анализ публикаций на эту тему показывает, что многие проектные и эксплуатирующие организации добились реализации такого конвейера.

Работа в режиме информационного конвейера позволяет значительно снизить фактор риска.

Риск, который мы понимаем как вероятностную меру ущерба, является индикатором качества проектного решения с позиции минимизации издержек транспортировки нефти на этапе эксплуатации. Индикатор изменяет свои значения при внесении любых конструктивных изменений, в том числе при переносе трассы, установке или снятии запорного оборудования, изменении в расстановке перекачивающих станций.

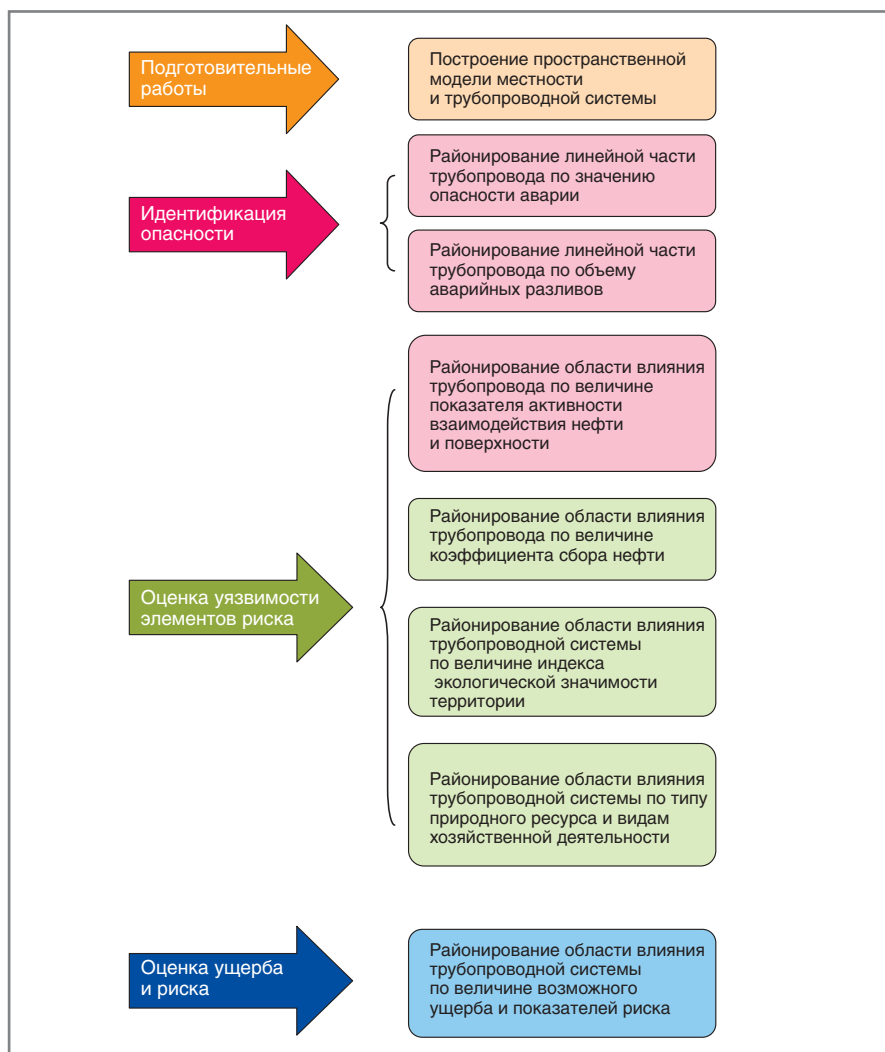


Рис. 3. Последовательность действий при оценке экологического риска

Реагирует он и на детальность модели местности, создаваемой на все пространство зоны варьирования трассы. При этом увеличение детальности приводит к колебательным изменениям показателя риска, которые происходят около устойчивого усредненного для секции значения. Используя это свойство, удалось создать пространственную модель зоны, обеспечивающую экономию средств за счет изменения детальности модели по мере удаления от оси проектируемого нефтепровода.

На рис. 4 показана динамика цен на топографическую информацию в условных единицах за 10 погонных километров трассы.

С удалением от оси трубопровода изменяется подробность информации. В ближайших окрестностях трубы данные о рельефе и водотоках необходимо знать с детальностью, соответствующей стандарту топографического плана масштаба 1:5000. Затем следуют масштабы 1:25000 и 1:200000. Используемый при проектировании метод последовательных приближений обеспечивает на первом шаге принятие решения на основе обзорных данных. На следующих этапах требуется более высокая детальность. Вместе с этим сокращается зона варьирования положения трассы трубопровода.

Следует отметить, что средства, предоставляемые компанией Autodesk, обеспечивают возможность сводки и работы с информацией различной детальности с использованием единой системы координат и про-

екции, предназначенной для отображения протяженного объекта без разрывов и деления на отдельные листы.

Все остальные операции по оценке показателей риска с применением инструментальных средств ГИС и САПР можно объединить одним термином — "районирование" или построение набора тематических карт и планов, на которых содержание отображается методом ареалов.

В процессе оценки риска последовательно осуществляется районирование территории в зависимости от:

- величины коэффициента экологической ситуации и значимости территории;
- типа природного ресурса и вида хозяйственной деятельности;
- активности взаимодействия грунта и нефти (величине нефтеемкости грунта).

Определяются границы экономических районов с различными величинами компенсации за потери ресурсов. Территория делится на участки, отличающиеся различной величиной коэффициента сбора нефти.

На следующем этапе определяют вероятные объемы утечек загрязняющей жидкости в окружающую среду, осуществляется районирование ближней окрестности трубопровода по величине возможных максимальных и вероятных утечек нефти, выделяются зоны трубопровода, отличающиеся величинами показателей риска.

При расчете объемов учитываются технические характеристики нефтепроводной системы, размещение насосного и запорного оборудования, рельеф местности вдоль трассы трубопровода.

Оценка вероятности аварии происходит на основе данных о характере рельефа, грунта, растительности, наличии техногенных факторов, влияющих на коррозию металла, наличии социальных факторов, определяющих возможность вандализма.

Следует отметить, что для решения всех задач районирования могут быть с успехом применены проверенные временем методы визуального выявления однородных участков по заданному набору признаков. Здесь возможности таких программных продуктов, как AutoCAD и производных от него, неограничены. Особенно значимым этот метод является в случае, когда нет формаль-

ных правил нахождения границ зоны, например, при уточнении положения тектонического разлома, оползневой зоны и других.

Часть зон может быть выявлена с использованием построения запросов к базе геоданных. Таким образом обнаруживаются участки пересечения трубопроводом лесных, заболоченных участков, рек, линий электропередач, транспортных магистралей и т.д.

Для построения некоторых зон требуется разработка сложных вычислительных процедур, создаваемых с использованием языков программирования высокого уровня и специальных библиотек, доступных пользователям программных средств Autodesk.

К числу таких зон, например, относятся участки возможного загрязнения нефтью, участки с различной вероятностью загрязнения и с различными показателями риска. На рис. 5 показана зона возможного загрязнения, определенная методом моделирования. Алгоритм разработан в Центре исследований экстремальных ситуаций (ЦИЭКС) коллективом авторов.

При моделировании определяют очертания пятна загрязнения, площадь, объем нефти и множество объектов, попавших в зону опасного воздействия.

Следует отметить, что разработчикам программ из ЦИЭКС удалось освоить весьма эффективный механизм разработки программных комплексов с использованием базовых продуктов фирмы Autodesk. С этим опытом, в частности, можно ознакомиться по публикациям журнала CADmaster.

Решение технических проблем на пути оценки показателей риска — главная, но не единственная задача, если иметь в виду избранное нами сравнение процесса проектирования с движением в пространстве и времени ленты конвейера. Считается, что это замечательное устройство не для "ленивых" инженеров, оно функционирует эффективно, если нет вынужденных остановок. В русском языке существует много образных выражений, начинающихся с "НЕ", описывающих сбойные ситуации в ритмичной работе конвейерной ленты, например, "не подвезли", "не в размере" и т.д. Возвращаясь к теме ин-

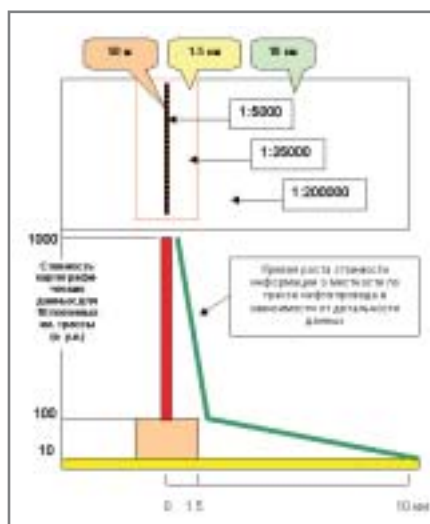


Рис. 4. Уровни детальности и стоимость топографической информации, используемой при построении пространственной модели местности

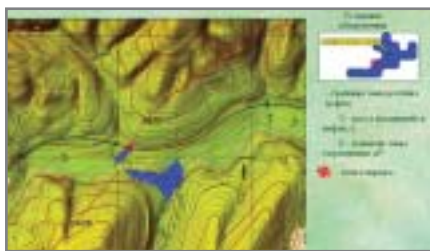


Рис. 5. Пример моделирования растекания нефти в случае порыва нефтепровода

формационного конвейера, следует отметить, что многие прекрасные идеи автоматизации были "похоронены", не преодолев организационных преград. Опыт показывает, что разработка средств автоматизации без учета управленческих задач на этапе проектирования обречена на провал. В отдельных случаях (например, в нашем), когда есть желание запустить информационный конвейер, вопросы автоматизации управления выходят на одно из первых мест. К сожалению, их нельзя решить простой покупкой коробки с компьютерной программой.

Сложность "конвейерной" работы по оценке показателей риска усугубляется еще и тем, что в процессе получения этих оценок возникает множество циклов, что обусловлено применением методов последовательных приближений при отыскании оптимальных решений.

Как видно из рис. 6, в схеме расчета одни и те же объекты могут одновременно проявлять разные свойства, выступая и как источники опасности, и как элементы риска. Бывает, что проектировщик, целена-

правленно снижая уязвимость, увеличивает опасность источника и, соответственно, показатели риска.

Другая сложность реализации конвейерного метода оценки риска состоит в том, что группы вовлеченных в процесс проектирования исполнителей не являются "четкими". Другими словами, полного разделения труда при проектировании достичь не удастся.

На рис. 7 показано, что многие исполнители, в силу специфики своей деятельности, задействованы на многих, а иногда и на всех операциях.

Из анализа примеров следует, что эффективно выполнить проектную работу, передавая материалы от одного исполнителя другому по цепочке (например, в виде файлов), невозможно. В отдельных случаях работа должна производиться одновременно многими специалистами. Другими словами, к собираемому проекту должен быть обеспечен многопользовательский доступ. С нашей точки зрения, это ключевая особенность информационного конвейера, предназначенного для автоматизированной оценки экологического риска, которая наиболее ярко проявляется при организации управления проектом.

Управление процессом оценки риска в этом случае означает:

- необходимость контролировать ситуацию, чтобы знать, на какой стадии находится проектное решение;
- иметь возможность оперативно доводить до исполнителя управляющую информацию;

- контролировать степень понимания исполнителем поставленной задачи;
- оценивать качество и своевременность получаемых результатов.

Таким образом, мы постарались, используя образ гипотетического информационного конвейера, перечислить требования к информационной системе, обеспечивающей автоматизированную оценку экологического риска. Хотя многолетний опыт работы над решением этих задач показывает, что на сегодняшний день достичь идеального решения этих требований нереально, кое-что сделать все же удалось. И прежде всего — благодаря программному обеспечению.

В процессе выбора программных средств, предназначенных для реализации наших проектов, было перепробовано много вариантов. Мы убедились, что без единого хранилища, удаленного доступа, мощного инструментария для работы с пространственными данными, удобной системы web-публикации не обойтись. И всё это обеспечивают продукты компании Autodesk:

- мощное инструментальное средство Autodesk Map;
- средство для публикации проектов и управления ими в сетях Internet/Intranet MapGuide;
- и самое важное — единое хранилище Oracle Spatial.

С помощью этих программных продуктов мы начали строить наш "информационный конвейер". И хотя он еще далек от совершенства, но за ним будущее.

Александр Угаров,
начальник отдела ГИС-технологий
ЦИЭКС

Тел.: (095) 916-1022
E-mail: garo@esrc.ru

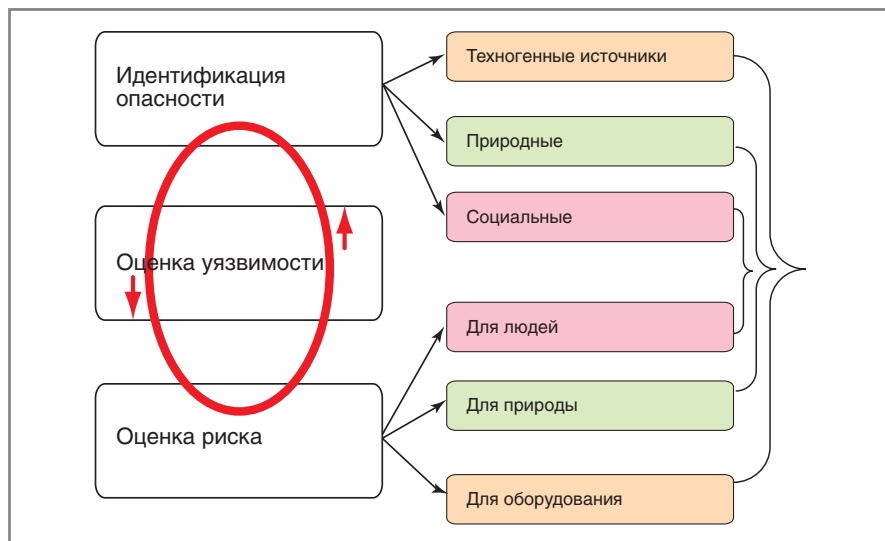


Рис. 6. Цикличность процессов, возникающих при оценке показателей риска

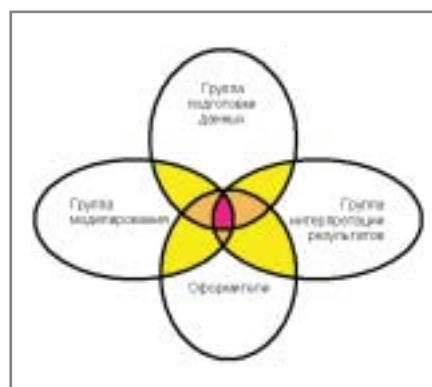


Рис. 7. Пересечение функций различных групп исполнителей