



# ПЕСНЯ про ЗАЙЦЕВ

**Н**аметившийся экономический подъем всё больше увеличивает спрос на продукцию промышленных предприятий — в первую очередь металлургических и нефтеперерабатывающих. Как следствие, растут нагрузки на и так уже изношенное оборудование, а это прямой путь к авариям и общему снижению уровня безопасности. Во многих случаях необходима полная реконструкция крупных производств, но такая реконструкция может растянуться на годы да к тому же сама по себе связана с повышением уровня риска. В качестве одной из неотложных мер, обеспечивающих безаварийную работу предприятия, может быть предложена разработка *информационной системы промышленной безопасности*, включающей мониторинг промышленной экологии, предупреждения ЧС и смягчения их последствий.

Результат такой разработки — информационная система, позволяющая строить реалистические сценарии чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на опасных объектах, оценивать показатели социального и экономического риска. Кроме того, эта система опирается на специальную информацию, содержащую данные технического обследования и паспортизации зданий, сооружений и инженерных систем предприятия.

Такие меры обеспечат должный уровень безопасности как персонала предприятия, так и населения прилегающих территорий. Решится за-

дача успешного декларирования безопасности производства, будут сведены к минимуму затраты на компенсацию ущерба в сложный для предприятий период реконструкции. И еще: высокий уровень безопасности всегда способствует повышению инвестиционной привлекательности. Следовательно, решая проблему безопасности, предприятие получает и некоторую косвенную выгоду.

Одна из главных возможностей предлагаемой системы — постоянное обновление информационных массивов, то есть приведение их в соответствие с реальным положением дел, формирование актуальных данных об уровнях опасности. Чтобы добиться этого, понадобится интеграция географической информационной системы предприятия (ГИС) с информационными потоками АСУ различных инженерных систем, характеризующими состояние технологических процессов и степень наполнения емкостей опасными веществами. Это исключит необоснованное дублирование элементов системы и повысит ее надежность. Эффективные и в то же время простые в использовании средства обновления картографической и семантической информации обеспечат возможность выполнения этих работ *силами персонала предприятия*, сократят расходы на сбор и обновление данных.

Повторим: успех гарантирует только глубокая интеграция *всех информационных, инженерных, диспетчерских и технологических подсистем управления предприятием — в первую очередь информационно-справочной*

*системы и автоматических систем управления*. Проблема в том, что создаваемая система должна объединить информацию, весьма разнородную по форме и содержанию. В базовой учетно-информационной системе собирается и хранится:

- информация технического характера по системам и объектам;
- информация справочного характера по системам и объектам;
- общая информация нормативно-справочного характера;
- информация о территориальной инфраструктуре предприятия, местоположении его объектов.

Вторая система аккумулирует информацию о состоянии инженерных систем и сетей, а также о режиме их функционирования. Оба информационных блока связаны структурированными кабельными и информационно-вычислительными сетями.

*Предлагаемое техническое решение (рис. 1) способно обеспечить эффективное взаимодействие различных компонентов системы (СУБД, САПР, ГИС, расчетных модулей) на основе картографического интерфейса и единого централизованного хранилища данных, обеспечивающих простоту управления программным обеспечением, автоматикой и данными.*

Преимущества использования ГИС-технологии в этом решении очевидны:

- информация отображается по объектам учета в контексте их пространственного местоположения;
- обеспечен быстрый поиск объектов по их картографическим и

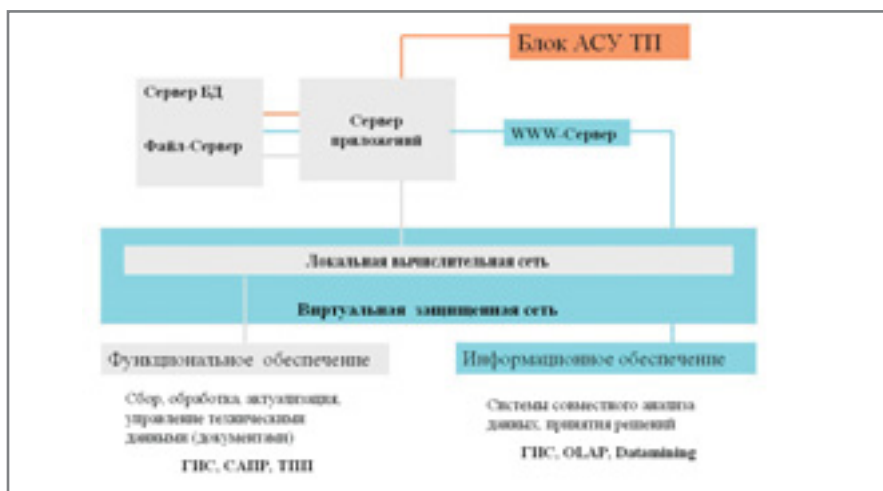


Рис. 1. Принципиальная схема решения

- атрибутивным характеристикам;
- предоставлена возможность совместной обработки как семантических, так и картографических данных;
- обеспечивается выполнение измерений, моделирование и отображение виртуальных сцен и динамических процессов, возможность управления работой средств автоматизации и т.д.

Получение оперативной и достоверной информации позволяет намного быстрее реагировать на изменение обстановки, оперативно принимать обоснованные управленческие решения, снизить затраты на содержание персонала некоторых служб. Чтобы читатель яснее увидел пользу ГИС и важность обследований в общем деле автоматизации предприятий, приведу два примера.

Известно, что на каждом металлургическом комбинате есть шламохранилище — объект, требующий постоянного и пристального внимания. Как правило, это искусственный или естественный пруд, куда поступают отходы производства. Сдерживать напор всё увеличивающейся массы воды призвана насыпная дамба. Разумеется, состояние этой дамбы приходится постоянно контролировать, для чего периодически измеряется уровень грунтовых вод в пьезометрических скважинах. По полученным данным строят кривую депрессии. Если она не выходит за пределы своих критических значений — значит, всё в порядке, если приближается к эталону или даже располагается выше его — это сигнал опасности. Увы,

метод далек от совершенства: давно известны и неудобство требующихся для него измерений, и источники ошибок. Выход один — автоматизировать процессы сбора, обработки, хранения и использования данных.

Идея интеграции учетно-информационной системы с блоком АСУ ТП не нова<sup>1</sup>. Более того — опробована на практике: Западно-Сибирский металлургический комбинат (где, кстати, в 1978 году случился прорыв дамбы) использует созданную в ООО "ЦИЭКС" автоматизированную систему дистанционного контроля состояния плотины и прогнозирования последствий ЧС.

В основе системы два элемента. Первый — блок АСУ ТП — осуществляет автоматизированный контроль уровня фильтрационных вод в теле плотины; второй — учетно-информационная часть — выполняет сбор и обработку данных с помощью специализированной ГИС (оценка риска и промышленной безопасности), которую после соответствующей доработки можно использовать для любого другого гидротехнического сооружения.

Именно ГИС позволяет проанализировать полученную информацию и на ее основе смоделировать развитие ситуации: определить возможное место прорыва плотины, узнать, какой объем воды хлынет в этот прорыв, куда и как быстро устремится, какой нанесет ущерб — и какие шаги надо предпринять, чтобы всего этого не случилось. Иными словами, ГИС обеспечивает полный цикл работ: измерение параметров,

## НОВОСТИ

## CS MapDrive 1.2

Компания Consistent Software объявила о выходе CS MapDrive 1.2 — новой версии инструментальной ГИС для непосредственной работы с единым хранилищем данных на основе СУБД. Инструментарий программного продукта пополнился множеством новых функций:

- Функция *ODBC connection* позволяет, используя универсальные Windows-службы, связать любую внешнюю таблицу из любой базы данных, не содержащую пространственной информации. В качестве примера приведем весьма распространенную ситуацию: слой домов содержит кроме геометрии только счетчик записей и уникальные ключи, а база БТИ — различную описательную информацию по строениям (и имеет то же поле уникального ключа).
- Выполнение операции *Join* в запросах позволит присоединять ODBC-таблицы к имеющемуся feature class.
- Значительно расширены возможности инструментов создания объектов и пространственного редактирования (вставка/удаление вершин и ребер).
- Добавлена функция *Print* с диалогом.
- Реализован экспорт данных из хранилища в SHP-файлы.
- При просмотре карты доступны функции *Zoom Next* и *Zoom Previous* с настройкой количества шагов запоминания.
- Вставка раstra осуществляется по файлу геопривязки (\*.TFW) и вручную по рамке.

Работа над совершенствованием возможностей программы продолжается: уже в следующей версии появится инструмент, позволяющий с помощью одной команды вставлять все растры, находящиеся в каталоге. В пользовательский интерфейс планируется интегрировать функции программы *Spotlight*, наиболее значимые с точки зрения ГИС.

Патчевая технология, которую начали применять разработчики CS MapDrive, исключает необходимость процедур удаления и инсталляции версий.

Загрузить CS MapDrive 1.2 можно здесь: <http://www.mapdrive.ru/download/ru>.

<sup>1</sup>О. Максименко. Компьютер противостоит стихии наводнений. — Наука и жизнь, №4/2002, с. 18-21.

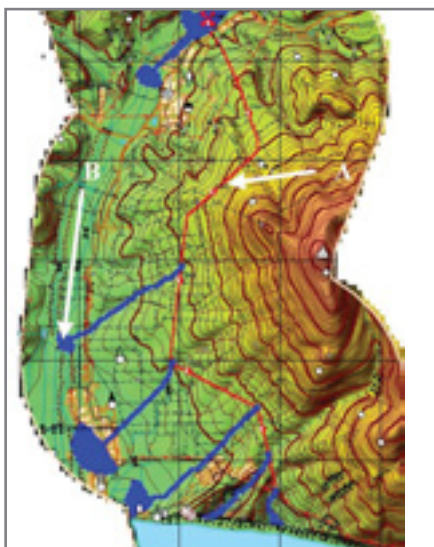


Рис. 2. Пример моделирования разлива нефти в случае аварии на трубопроводе в районе Новороссийска: А – трубопровод; В – зоны разлива нефти

оценку степени опасности и составление рекомендаций по предупреждению чрезвычайной ситуации.

Чтобы автоматически определять уровень воды в теле плотины, в каждую скважину ученые поместили специальные датчики давления. Наведенное напряжение датчиков, установленных в скважинах, пропорционально гидростатическому давлению столба воды. Усиленные и оцифрованные сигналы (в корпусе датчика находятся усилитель и цифровой преобразователь) передаются по кабелю на компьютер диспетчерского пункта, где обрабатываются и интерпретируются. Обработанная информация поступает в центральную базу предприятия. Сведения об уровне воды в плотине – не самое главное, важно извлечь из них пользу: оценить риск и последствия возможных аварий. Для этого необходимы определенным образом организованные базы данных, которые содержат сведения, влияющие на принятие решения (карта рельефа, растительности, описание и расположение строений, сведения о населении, инфраструктуре территории, технические характеристики комбината и многое другое).

Основываясь на такой информации и показаниях приборов (в общем случае – АСУ ТП), программа моделирует ситуацию и выдает сценарий ее развития, просчитывает возможные последствия и выдает ре-

комендации по ее предупреждению.

Итак, речь идет о системе, позволяющей не только контролировать уровень фильтрационных вод в теле плотины, но и формировать базу данных об уровнях воды в скважинах в зависимости от состояния плотины (или любого другого гидротехнического сооружения, а если взглянуть шире, то и любого технического) и гидрометеорологических условий. Информацию можно накапливать в базах данных из года в год – это позволит анализировать динамику состояния плотины.

Еще один пример получения новых знаний в среде ГИС<sup>2</sup>. Географическая информационная система может дополняться очень важным блоком – математическими моделями для решения специализированных задач. Именно такие модели позволяют оценивать и прогнозировать опасности природного и техногенного характера, рассчитывать зоны воздействия ЧС, уточнять возможный ущерб – и вырабатывать систему предупреждающих мер. Этот инструмент могут использовать проектные институты, а также подразделения ПКО и ОКС крупных промышленных предприятий, особенно при работе над проектами нефтегазопроводов.

В стране проложены десятки тысяч километров нефтепроводов, они пересекают тысячи рек. И в любой точке линейной части нефтепровода может произойти аварийный разлив; нефть растечется по суше, а затем попадет в воду (рис. 2).

Оценка возможного риска производится на этапе проектирования нефтепровода: для этого предусмотрены разделы ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду), ООС (охрана окружающей среды), ИТМ (инженерно-технические мероприятия) ГО и ЧС.

Например, при разработке раздела ОВОС прежде всего надо узнать, сколько нефти и в каком месте может вылиться из трубы. Это непросто. Какой объем нефти выльется из разрыва? Куда и как далеко она потечет? Где проходит основное русло? Только зная ответы на эти и многие другие вопросы, можно наилучшим образом спроектировать трассу трубопровода, оптимизировать размещение ловушек для нефти, опреде-

лить самые слабые места трубопровода и обеспечить дополнительный запас прочности конструкций. А при разработке раздела ИТМ ГО и ЧС, помимо оценки экономического и экологического ущерба от аварии, разработать меры по ликвидации ее последствий, определить техническое оснащение, состав и численность аварийной бригады.

Такая работа требует самых разнообразных сведений о территории трубопровода. Другими словами, необходима цифровая модель местности, которая содержит информацию о свойствах растительного покрова, почвогрунтов, рельефе и микрорельефе, реках и водотоках, температуре воздуха, динамике испарения и всасывания в почву. Нужно учитывать и изменчивость общей картины разлива: если, к примеру, в момент аварии будет идти сильный дождь, нефть понесут мощные потоки воды.

Всю эту информацию следует собрать в специальных базах данных, после чего создать математическую модель (которая бы целиком и полностью описывала разлив нефти с учетом совокупного влияния всех параметров) и выполнить необходимые расчеты. Такая ГИС также разработана ООО "ЦИЭКС". В частности, она использовалась для разработки раздела ИТМ ГО и ЧС и декларирования безопасности объекта в проектах Каспийского трубопроводного консорциума, Балтийской трубопроводной системы, трубопроводов САХАЛИН-1 и САХАЛИН-2. Подобным образом ГИС может быть использована и при решении задач, связанных с автоматизацией других производственных и хозяйственных функциональных подсистем (рис. 3).

Вроде бы все хорошо – разработанные системы можно внедрять и осваивать, но... не тут-то было. Масштаб явления и сложность задачи достаточно велики.

Созданию любой информационной системы должна предшествовать концептуальная фаза, которая включает следующие виды работ:

- изучение мотивации и требований заказчика;
- формирование идеи, постановку целей и задач;
- сбор исходных данных и анализ

<sup>2</sup>О. Максименко. Геоинформационные системы подсказывают, где "соломку подложить". – Наука и жизнь, №5/2003, с. 18-22.



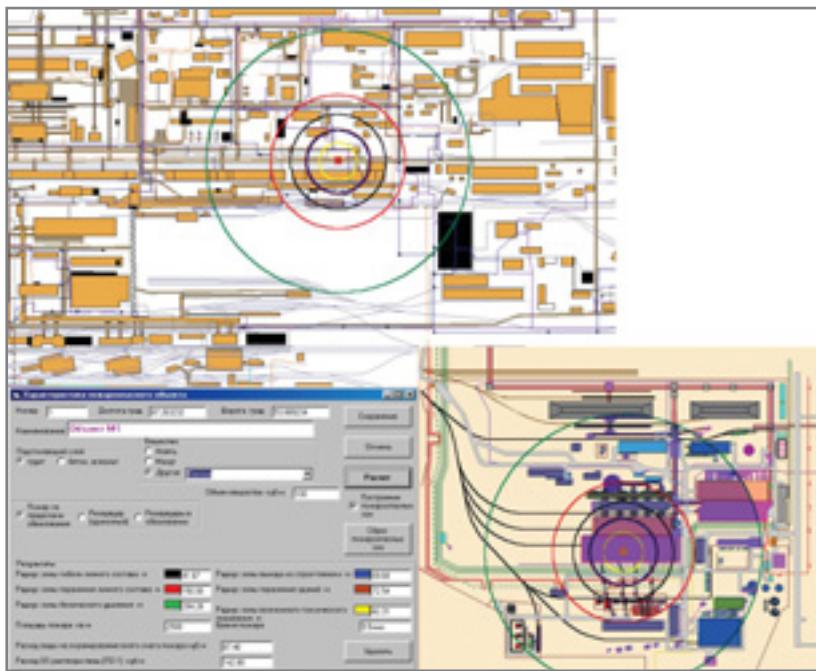


Рис. 3. Распространение теплового потока при горении легковоспламеняющихся жидкостей на Западно-Сибирском металлургическом комбинате

существующего состояния предприятия;

- определение основных требований и ограничений, необходимых материальных, финансовых и трудовых ресурсов;
- сравнительную оценку альтернатив;
- разработку концепции системы, представление ее на экспертизу и утверждение.

С тем, что точность замысла во многом определяет успех всего мероприятия, заказчик не спорит. Но на выполнении первого этапа нередко стремится сэкономить. Заказчику многое ясно и понятно, он проработал на предприятии не один год и искренне удивляется, зачем здесь что-то исследовать и анализировать. Однако, как показывает опыт, недостаточная проработка стратегии автоматизации и отсутствие обоснованной последовательности внедрения компонентной системы снижают ее эффективность на более поздних этапах создания и эксплуатации.

*Получается парадокс — заказчик бежит от того, к чему сам же и стремится.* В чем причина нежелания выделить время и средства на обследование собственного предприятия, настройку или адаптацию программных пакетов?

В обсуждении будущей информационной системы на предприятии участвуют две стороны: руководители

и ИТ-подразделение. Высшее руководство обычно не имеет возможности достаточно полно и всесторонне вникать во все аспекты, связанные с созданием и внедрением системы (причин тут множество: загруженность другими делами, специфичность ряда вопросов и т.д.). Как результат не возникает понимания качественных отличий системы управления предприятием от автоматизации той или иной технологической операции основного производства. Нет и намерения заблаговременно информировать собственное ИТ-подразделение о потребностях предприятия и направлениях его развития. Добавим к сказанному неразвитость практики реального делегирования полномочий, преувеличенную веру в командный стиль руководства...

Случается и другое: руководители предприятия и основных подразделений сознательно противятся повышению уровня интеграции — прежде всего из опасения, что это встряхнет привычные основы и изменит функции руководства высшего звена.

Со своей стороны многие руководители и сотрудники ИТ-подразделения желали бы определять ИС, исходя из собственных субъективных соображений. Они не готовы работать в одной команде с внешними консультантами, воспринимать их знания, не стремятся глубоко

ко оценивать долговременные последствия внедрения. В итоге продуктивность этапа обследования значительно снижается.

В подобных ситуациях любопытно наблюдать за действиями исполнителя. По большому счету он выбирает одну из двух линий поведения.

Одни стремятся убедить заказчика в необходимости и полезности внедрения системы комплексного характера, где любые последующие изменения будут проводиться как обновление или расширение основных компонентов и вычислительных ресурсов, а базовая структура и проектные решения останутся прежними. Словом, "тяжело в учении — легко в бою" (если понимать под учением этапы проектирования системы).

Другие ускоренными темпами "ведут" предприятие к подписанию договора и форсируют начало работ, не слишком стараясь выправить несовершенства концепции, предложенной заказчиком. Рано или поздно заказчик видит, что новые задачи, которые должна решать уже работающая система, вступают в конфликт с ранее принятыми решениями. А договор-то подписан. И деньги уплачены. В этой ситуации исполнитель — единственное спасение. Он и "спасает", но преследуя в первую очередь собственные интересы. Так может продолжаться довольно долго: срок определяют кредитоспособность заказчика и порядочность исполнителя (хорошо еще если в какой-то момент исполнитель вообще не сворачивает сотрудничество, предоставляя заказчику самостоятельно выпутываться из множющихся проблем). Работы без начала и без конца попросту разоряют предприятие, цели и задачи формулируются уже кое-как, решения не увязываются между собой. Системы внедряются годами, выходят за рамки бюджета, не отвечают ожиданиям. Отсюда и лоскутно-кусочная автоматизация, технология типа "сломанный конвейер", когда автоматизированы некоторые операции или отдельные структурные подразделения, но при этом наличествует хроническая неготовность предприятия и персонала к внедрению ИС, восприятию новых бизнес-процессов и концепции функционирования системы. Итог: выброшенные на ветер деньги и

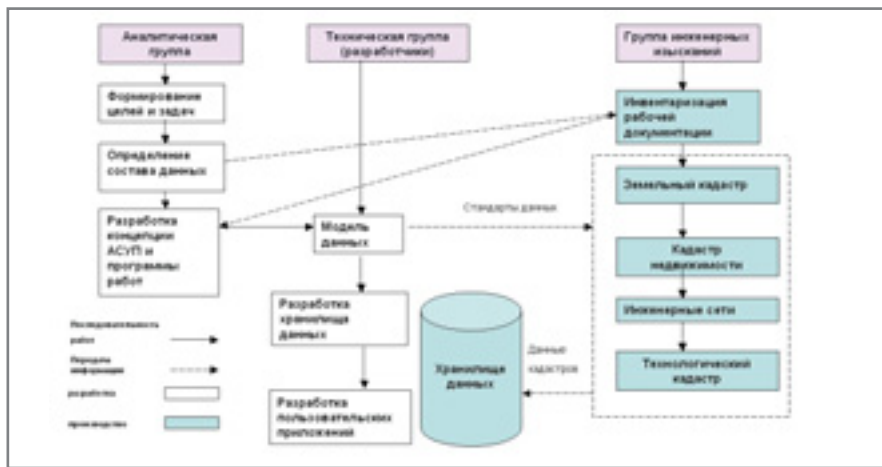


Рис. 4. Основные этапы и виды работ по созданию учетно-информационной системы предприятия

стойкое нежелание заниматься внедрением подобных систем впредь.

Другой аспект проблемы — быстро меняющийся мир. Если при разработке систем следовать требованиям ГОСТов (а их соблюдение еще никому не вредило), то создание систем растянется очень надолго. Причина не в недостатке квалификации исполнителя и не в технологиях или средствах программирования. Здесь то как раз проблем нет: этап технического программирования системы редко занимает больше года. Дело в другом. Нельзя спроектировать систему, не спроектировав хранилище данных. К проектированию хранилища нечего и приступать, не определив объектный состав данных. А перед определением состава нужна инвентаризация хотя бы рабочей документации. Последнее потребует денег и времени — в объемах, зависящих от качества системы учета документации по объектам предприятия заказчика. Когда такая система отсутствует или содержит документы, весьма далекие от реальности, у заказчика быстро пропадает всякая охота что-то внедрять и автоматизировать. Словом, если в управляющей компании даже приблизительно не знают, какими землями и недвижимостью они владеют, а на предприятии смутно представляют расположение и состояние инженерных сетей — проблем не избежать.

Всё, что мы говорили об учетно-информационной подсистеме, можно представить графически (рис. 4). Попробуем ее спроектировать, поймав при этом сразу трех "зайцев".

**Первый "заяц" — руководство.** Заказчик должен твердо знать, что при

внедрении системы на предприятии не придется крушить всю организационно-управленческую структуру, переиначивать функции служб и отделов, ломать существующие технологические схемы. Значит, решение должно допускать адаптацию проекта к реальному состоянию предприятия и его задачам. Этого легко добиться, если хранилище строится на основе серверной СУБД, которая использует открытую архитектуру для управления пространственными данными и обеспечивает полную интеграцию баз данных, содержащих разнородную информацию. В результате руководители получают гибкие инструменты, позволяющие в любое время предоставить любому из сотрудников доступ к данным централизованного хранилища.

**Второй "заяц" — ИТ-подразделение.** Это подразделение станет вашим единомышленником и партнером лишь когда ясно увидит, что в создании, внедрении и развитии системы ему отведено достойное место. Именно ИТ-подразделению, а не специалистам исполнителя предстоит в дальнейшем масштабировать систему и расширять ее функциональность. Следовательно, решение должно строиться на стандартных языках и средствах программирования, на методах, СУБД, вычислительных платформах, операционных системах, форматах от мировых разработчиков, которые гарантируют их своевременную модернизацию. В таком случае для управления данными не придется привлекать администраторов БД, специализирующихся исключительно на управлении пространственными данными (ГИС-

данными), — это могут делать и администраторы общего профиля.

**Третий "заяц" — время.** Никто лучше самих сотрудников не знает сильные и слабые стороны предприятия. Именно поэтому при разработке первого этапа — концептуального проектирования системы — необходима рабочая группа из числа ведущих специалистов предприятия. Это позволит предложить наиболее адекватные критерии инвентаризации рабочей документации и определения объектного состава данных, что без ущерба для содержательной части сократит время первого этапа. Желательно, чтобы кроме руководителей служб в работе группы нашли возможность принять участие руководители предприятия — главный инженер или коммерческий директор. На первом этапе работ очень важно оптимизировать состав и объем данных, которые должны обеспечивать реализацию функциональных и информационных задач соответствующих подразделений. Это позволит ускорить сбор, обработку и наполнение БД.

Результаты:

- Предприятие получает централизованное хранилище пространственных и описательных данных, настраиваемые "каналы" прямого доступа к ним и инструменты решения штатных задач.
- Службы предприятия получают приложения, "пошитые" по их мерке и не вызывающие затруднений в работе.
- ИТ-подразделение предприятия, четко представляя себе функциональность всего набора стандартных и заказных программных средств, в состоянии выполнять и координировать работы по расширению системы за пределы пилотной части проекта.
- Руководство предприятия отчетливо видит пользу и перспективу автоматизации.
- Системный интегратор приобретает опыт создания и проектирования ГИС-проектов в данной отрасли, причем с учетом специфики предприятий.

Андрей Макурин,  
к.т.н.

CSoft

Тел.: (095) 913-2222

E-mail: makurin@csoft.ru