



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

### ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТАМИ

А.М. Белоконь (ОАО "Техносерв")

*Рассматривается подход к повышению эффективности управления процессами технического обслуживания и ремонтов оборудования, зданий и сооружений для территориально-распределенных предприятий за счет совместного использования АСУ техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР) и геоинформационной системы (ГИС).*

*Ключевые слова: территориально-распределенное предприятие, техническое обслуживание и ремонты, геоинформационная система, интеграция.*

#### Введение

Важность эффективного управления процессами ТОиР оборудования, зданий и сооружений сложно недооценить. В таких отраслях, как металлургия, энергетика, нефтегазовая промышленность процесс технического обслуживания оборудования является основой эффективного функционирования предприятий наравне с производством, сбытом и управлением финансами. Эффективная реализация процессов ТОиР обеспечивает работоспособность и надежность оборудования, возможность выполнения производственных планов, а затраты на ТОиР являются важной составляющей себестоимости готовой продукции. Руководство предприятий, понимая значимость указанной темы, начинает работы по внедрению АСУ ТОиР.

На различных предприятиях существуют свои особенности бизнес-процессов, связанные с обслуживанием и ремонтами. Например, техническое обслуживание оборудования в небольшом производственном цехе с простым однотипным оборудованием или единственной производственной линией относительно просто, и, кроме того, легко локализовать местоположение каждой производственной единицы. Для крупных территориально-распределенных промышленных предприятий эта задача усложняется, зачастую локализация оборудования на таких предприятиях невозможна простой привязкой к местоположению в табличном виде, а перемещение ремонтных бригад к таким объектам выполняются на автомобилях или вертолетах и занимают значительное время. При этом ремонтная бригада должна состоять из различных специалистов, чтобы выполнить весь спектр требуемых работ, и быть оснащена соответствующими материально-техническими ресурсами и инструментом. Таким образом, для выполнения обслуживания и ремонтов удаленного оборудования необходимо планировать маршруты ремонтных бригад с учетом: их текущего местоположения, местоположения объектов ремонта, доступности транспорта, материально-технических ресурсов (МТР) и инструмента. Поэтому при реализации бизнес-процессов обслуживания технологического оборудования поми-

мо данных приложения АСУ ТОиР необходимо использовать пространственные данные геоинформационных систем (ГИС), которые позволяют хранить, обрабатывать, получать доступ к пространственным данным об объектах, хранить карты местности, выполнять привязку объектов к картам местности, выполнять расчеты расстояний между объектами и т.д. Однако ГИС не хранят данные об объектах эксплуатации и вообще не предназначены для реализации процессов ТОиР. Таким образом, необходима интеграция программных приложений АСУ ТОиР и ГИС.

Рассмотрим интеграцию программных приложений АСУ ТОиР и ГИС не только на уровне интеграции данных и построения программных интерфейсов, а как появление новых бизнес-функций, исходя из требований эксплуатационных и ремонтных подразделений, как изменение бизнес-процесса проведения ТОиР при использовании ГИС.

Отметим, что задача совместного использования АСУ ТОиР и ГИС является наиболее востребованной для предприятий, у которых процессы обслуживания и ремонтов оборудования являются ГИС-зависимыми, то есть требуют совместного использования пространственных данных, поставляемых ГИС, и бизнес-данных, источником которых является АСУ ТОиР. Это жилищно-коммунальное хозяйство, энергетика, металлургия, нефтегазовая отрасль, станкостроение и машиностроение.

#### Функции интегрированного приложения АСУ ТОиР и ГИС

Интеграцию приложений АСУ ТОиР и ГИС уже реализуют некоторые производители промышленного ПО. Так, компания IBM изначально закладывает возможности интеграции своей EAM-системы IBM Maximo Asset Management с геоинформационной системой ESRI ArcGIS ([www.esri.com](http://www.esri.com)) на базе стандартных адаптеров IBM Maximo Asset Management ([www-142.ibm.com/software/products/ru/ru/maxispassemmana](http://www-142.ibm.com/software/products/ru/ru/maxispassemmana)). На западном рынке также существуют компании, которые проектируют и создают адаптеры к АСУ ТОиР, реализованной в ERP-системе SAP, то есть возможна интеграция модуля SAP PLM с ГИС ESRI ArcGIS. От-



Рис. 1. Пример интеграции IBM Maximo Asset Management и ESRI ArcGIS

метим также компанию IMPRESS и ее решение IMPRESS for GIS ([www.impress.com](http://www.impress.com)). Что касается отечественного рынка в данной области, то, как правило, используются либо западные разработки, либо собственные решения для узкоспециализированных задач.

Изучив проекты, реализуемые в области интеграции АСУ ТООР и ГИС отечественными и зарубежными разработчиками, и основываясь на собственном опыте по автоматизации процессов ТООР, компания "Техносерв" выполнила интеграцию информационной системы управления основными фондами предприятия (ЕАМ-система) IBM Maximo Asset Management и промышленной ГИС ESRI ArcGIS на базе стандартного адаптера, поставляемого компанией IBM (рис. 1). В ходе выполнения пилотного проекта был выявлен и систематизирован перечень функциональных требований к интегрированному приложению, которые распределены по следующим основным категориям: предоставление информации для планирования и организации работ технического обслуживания и ремонтов оборудования, планирование и организация работ, исполнение и диспетчеризация работ, контроль, учет, отчетность, аналитика и мониторинг.

#### Предоставление информации интегрированным приложением

- *Пространственная идентификация места возникновения работ.* Для организации и планирования работ на удаленных объектах сначала необходимо идентифицировать данный объект на карте местности, то есть определить его координаты и местоположение. Задача должна выполняться автоматически, после инициации запроса на проведение работ на объекте. Если АСУ ТООР интегрирована со SCADA-системой и настроена функция автоматической генерации рабочих заданий, то на карте в автоматическом режиме должны отображаться визуально заявки на работы. Далее плановик ТООР может с использованием инструментов интегрированного приложения рассчитать расстояния до объекта, где требуются работы, расстояния между такими объектами, площадь объекта или работ и использовать эту информацию для планирования маршрутов ремонтных бри-

гад. Также плановик ТООР может выполнять фильтрацию отображаемых векторных объектов на карте, например, отображать только магистральные трубопроводы, оборудование на трубопроводе, здания и сооружения, заявки на работы и т.д.

- *Предоставление геопространственных данных об объекте.* Для планирования и организации работ необходимы геопространственные данные об объекте, например, площади и протяженности объектов, расстояния между объектами, объемные характеристики объекта и т.д.

- *Предоставление информации о внешнем состоянии объекта.* В некоторых случаях для планирования и организации работ необходима информация о внешнем состоянии объекта, то есть актуальные снимки со спутника или аэрофотосъемка данной территории или объекта. Соответственно к таким объектам в базе данных ГИС должны быть привязаны растровые снимки аэрофотосъемки или космической съемки и, в случае необходимости, предоставлена возможность выгружать эти снимки из хранилища пространственных данных для последующей работы с ними.

- *Ведение данных о протяженных в пространстве объектах (магистральные трубопроводы – нефте- и газопроводы, а также линии электропередач).* Особенностью является необходимость пространственной привязки различных участков трубопроводов таким образом, чтобы получалась единая магистраль. В системе должны храниться данные о диаметре трубы, протяженности участка, объеме трубы и т.д. Данная информация используется для планирования ремонтных работ на этих участках.

- *Идентификация текущего местоположения ремонтных бригад и транспортных средств.* Для планирования и организации работ на удаленных объектах необходимо знать точное текущее местоположение ремонтных бригад, транспортных средств, МТР на складах инструментов. Эта информация используется для оптимального формирования состава ремонтной бригады, например, ближайшей к месту проведения ремонтных работ, или же для выбора наиболее подходящего и доступного транспортного средства. Идентификация местоположения ремонтных бригад может выполняться с помощью мобильных устройств (КПК, смартфоны).

- *Ведение и предоставление поэтажных планов зданий и сооружений.* Система должна предоставлять векторные планы зданий и сооружений с привязкой к этим зданиям объектов ремонта.

- *Использование радиолокационных изображений (РЛИ).* Отдельной частной задачей является использование радиолокационных снимков земной поверхности. РЛИ позволят обнаруживать объекты, залегающие на небольшой глубине или под водой, а также объекты на местности, имеющие отличную отражательную способность радиоволн относительно местности. Это могут быть, например, магистральные трубопроводы и коммуникации, точное местоположение которых не известно и которое

необходимо определить. Соответственно использование РЛИ позволяет точно обнаруживать данные объекты на территории и привязывать их к объектам в БД АСУ ТООР. К РЛИ может быть привязано изображение в оптическом диапазоне частот для сопоставления снимков.

- *Хранение и предоставление серии снимков одного объекта в разные даты.* Использование серии снимков позволяет изучать изменения характеристик объекта или местности, например, эрозию почвы, изменение маршрутов перемещения транспорта – появление новых kolejных дорог и др.

#### Планирование проведения ремонтных работ

- *Планирование оптимальных маршрутов ремонтных бригад* с учетом расстояния до объектов проведения работ и их взаимного расположения, текущего местоположения ремонтных бригад и отдельных специалистов, текущего местоположения и доступности транспортных средств, расположения требуемых МТР и инструментов. В данном случае плановик ТООР выбирает оптимальный план ремонта нескольких удаленных объектов с учетом пространственных данных. Критерием оптимальности планирования при этом могут служить: время транспортировки к месту проведения работ, стоимость транспортировки в условных единицах, а ограничениями – критичность и приоритетность работ.

- *Планирование проведения работ с учетом геоинформации об объекте.* Это могут быть задачи устранения прорывов на нефтепроводах и другие площадные работы, при этом на снимке со спутника должна быть показана площадь разлива нефтепродуктов и автоматически рассчитано время, требуемое для ликвидации нештатной ситуации.

В части организации ремонтных работ должно быть реализовано обеспечение ремонтных бригад геоинформацией: печать карты местности, маршрута (путевого листа), характерных точек местности (топографической информации), прокладывание маршрута на GPS-навигаторе.

#### Исполнение и диспетчеризация ремонтных работ в интегрированном приложении

- *Диспетчерская координация проводимых работ,* оперативное перенаправление ремонтных бригад при появлении новых рабочих заданий, маршрутизация транспортных средств и ремонтных бригад с учетом их текущего местоположения.

- *Отслеживание и предоставление информации о текущем местоположении ремонтных бригад.* Идентификация ремонтных бригад у объектов ремонта может проводиться с использованием мобильных устройств, сканеров штрих-кодов или систем радиочастотной идентификации (RFID).

В рамках *контроля и учета* должна быть реализована функция отслеживания выполнения рабочих заданий: должен быть обеспечен контроль фактического обхода объектов ремонта и обслуживания, отслежива-

*На прямой дороге к успеху постоянно ведутся ремонтные работы.*

Юмор

ние скорости и траектории движения автомобиля, сравнение фактических расстояний пробега автомобиля по спидометру и по расчетам в ГИС и др. (рис. 2).

В *аналитической и учетно-отчетных* задачах должны быть реализованы функции формирования отчетности и информационного наполнения КРП-показателей реальными и достоверными данными, а также визуализация этих данных и показателей на карте местности в привязке к объектам ремонта, ремонтным цехам. Отдельной аналитической задачей является анализ износа основных фондов с использованием топографической информации, например, пролегание магистральных трубопроводов в различных типах окружающей среды, и использование этой информации для последующего принятия решений о стратегии ремонта.

#### Мониторинг

- *Экологический мониторинг:* определение прорывов на магистральных трубопроводах с использованием снимков земной поверхности, пожаров, завалов местности и др. Выполняется автоматическое или автоматизированное определение изменений на снимках земной поверхности, распознавание типов изменений и причин их появления.

- *Мониторинг внешнего состояния удаленных объектов:* по серии снимков определяются изменения внешнего состояния объектов ремонта, и в дальнейшем эти данные используются для принятия решений о необходимости проведения ремонтных работ.

- *Визуализация параметров работы оборудования:* отслеживание текущего статуса функционирования оборудования и отображение на карте местности, здесь также необходима интеграция со SCADA-системами.

Таким образом, при использовании интегрированного приложения АСУ ТООР и ГИС основной бизнес-процесс обслуживания и ремонтов оборудования будет состоять из следующих этапов:

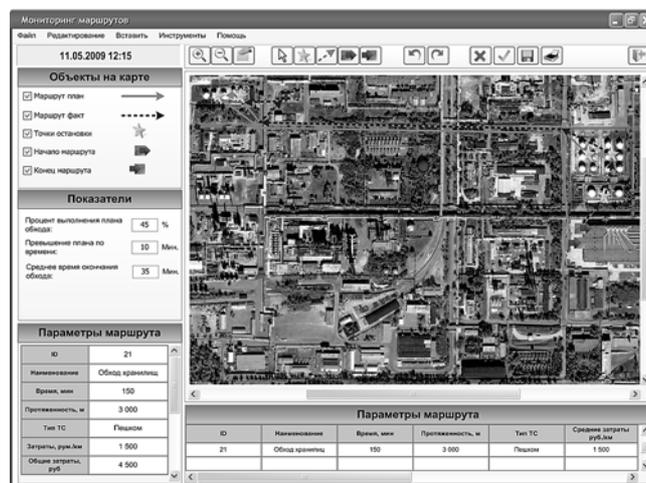


Рис. 2. Мониторинг маршрутов ремонтных бригад

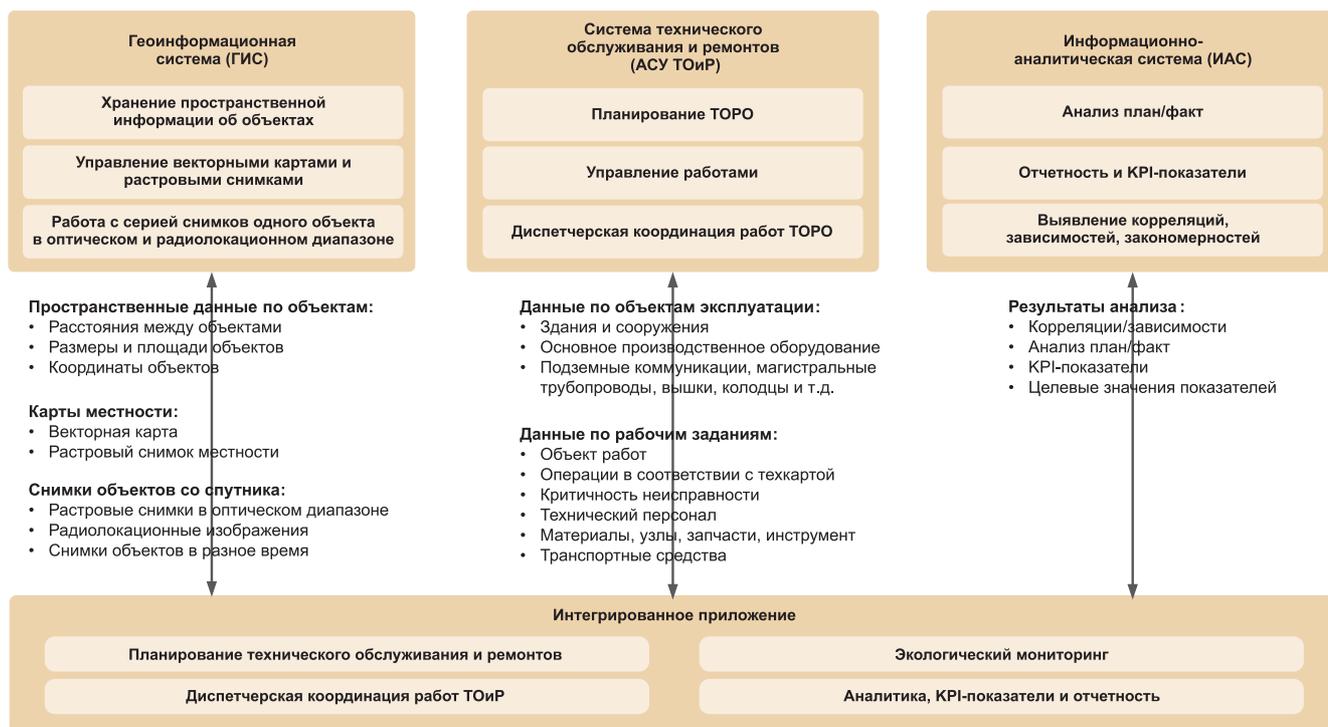


Рис. 3. Функциональная архитектура интегрированного приложения

- сбор информации о неисправностях на нескольких удаленных объектах;
- идентификация объектов работ на карте местности;
- предоставление геоданных для организации работ — площади, протяженности, внешнего состояния объекта;
- формирование рабочего задания на проведение работ;
- формирование ремонтной бригады с учетом доступности, расстояния до места проведения работ, текущего местоположения специалистов;
- выбор транспортного средства с учетом доступности, местоположения транспорта, приоритетности работ, времени транспортировки;
- построение нескольких маршрутов обхода объектов и выбор оптимального;
- отпуск материалов, узлов, запчастей, инструмента;
- транспортировка к объекту работ;
- идентификация ремонтной бригады на месте проведения и выполнение работ;
- подтверждение факта проведения работ;
- транспортировка к следующему объекту;
- закрытие рабочего задания.

Рассмотрим подробнее особенности практической реализации интегрированного приложения в существующих информационных системах.

**Особенности практической реализации в существующих информационных системах**

При разработке интегрированного приложения АСУ ТОиР и ГИС необходимо рассматривать особен-

ности реализации на уровне данных, приложений и графических интерфейсов пользователя.

На *уровне данных* основной задачей является установление связей между объектами БД АСУ ТОиР и ГИС и синхронизация данных. Связь объектов БД ГИС и АСУ ТОиР осуществляется через уникальные внешние ключи-идентификаторы. Здесь же выполняется обработка физических транзакций к АСУ ТОиР и ГИС.

На *уровне приложений* выполняется объединение приложений ГИС и АСУ ТОиР (рис. 3) в целях создания новых или выполнения существующих транзакций, которые используют объединенную функциональность и данные из обеих систем. Также выполняется автоматическое обновление базовых данных в АСУ ТОиР при изменении данных в ГИС, например, при изменении протяженности, площади и размеров объекта в ГИС эти данные автоматически изменяются и в АСУ ТОиР.

При реализации *графических интерфейсов* пользователя интегрированного приложения возможны три варианта их построения:

- 1) центральным звеном интегрированного приложения является ГИС, основным элементом графического интерфейса пользователя является карта, при этом доступ к данным АСУ ТОиР осуществляется через карту. Пользователь запрашивает основные данные из АСУ ТОиР по требуемым объектам, то есть выбирает область на карте, а из АСУ ТОиР запрашиваются данные по объектам, входящим в данную область. В данной реализации сохраняется максимальный функционал ГИС, а АСУ ТОиР предоставляет лишь данные для последующей визуализации на карте;

2) центральным звеном является АСУ ТООиР; карта местности, поставляемая ГИС, вставляется в графический интерфейс АСУ ТООиР как отдельная закладка. Функционал ГИС сводится к минимуму, при этом появляется возможность выполнения процессов ТООиР без выхода из графического интерфейса пользователя АСУ ТООиР. С точки зрения реализации процессов ТООиР — это наиболее предпочтительный вариант, так как сохраняется максимальная функциональность АСУ ТООиР;

3) разрабатывается отдельное приложение, зачастую с использованием Web-сервисов, ссылающихся одновременно и на ГИС, и на АСУ ТООиР. Преимуществом, ровно как и возможным недостатком является то, что приложение разрабатывается для реализации отдельных функций. Данный вариант является предпочтительным, если пользователю необходима максимальная функциональность и от ГИС, и АСУ ТООиР.

Соответственно при проектировании графического интерфейса необходимо учитывать, какой функционал необходим пользователю, и соизмерять трудозатраты на проектирование и разработку приложения.

#### Заключение

Интеграция АСУ ТООиР и ГИС обеспечивает реализацию ряда новых функций, не свойственных ни одной из систем по отдельности, например, определение местоположения ремонтного персонала или определение

*Белоконь Алексей Михайлович — архитектор информационных систем ОАО "Техносерв".*

*Контактный телефон (903) 212-25-25. E-mail: belokon@nm.ru*

## Автоматизация зданий выигрывает от технологий, применяемых в промышленных системах

Компания "Б+Р Промышленная Автоматизация" (B&R)

*Представлено новое решение для автоматизации зданий от компании B&R, основанное на использовании АСУТП APROL, контроллеров и интерфейсных компонентов семейства X20, а также приводов с регулируемой частотой вращения и высокоинтеллектуальных сервоприводов серий ACOPOS и ACOPOSmulti.*

*Ключевые слова: контроллеры, АСУТП, привода, автоматизация зданий, высокоскоростная системная шина.*

Любые строения — административные или оздоровительные комплексы, торговые центры или производственные предприятия, а особенно здания, предназначенные для коммерческого использования, — являются сложными техническими системами. Компания B&R предлагает интегрированное, простое в использовании, полностью законченное решение от одного поставщика, перекрывающее всю технологическую вертикаль управления зданием: от уровня управления системами с помощью АСУТП B&R APROL до уровня контроллера с интерфейсными компонентами семейства X20, и далее до уровня исполнительных устройств: приводов с регулируемой частотой вращения и высокоинтеллектуальных сервоприводов серий ACOPOS и ACOPOSmulti.

Предложенный подход оправдан тем, что управляемое оборудование в здании имеет много общего с тем, что применяется в промышленных системах, — в основном, это приводы насосов и вентиляторов, за-

местоположения объектов основных фондов. Если системы не интегрированы между собой, то тот же самый процесс решается отдельно в разных системах, то есть данные по одним и тем же объектам основных фондов учитываются в БД различных систем, что приводит к усложнению процесса диспетчеризации и оперативно-го управления и принятия решений.

Таким образом, в интегрированном использовании АСУ ТООиР и ГИС при реализации процессов ТООиР оборудования на территориально распределенных предприятиях существует ряд преимуществ:

- повышение отдачи от сделанных ранее инвестиций в АСУ ТООиР за счет еще более эффективной реализации процессов ТООиР;
- поддержка естественного процесса управления ТООиР территориально распределенного оборудования за счет реализации графического интерфейса пользователя, основанного на карте, который является интуитивно понятным и простым в использовании;
- повышение эффективности и качества управления процессами ТООиР на территориально распределенных предприятиях;
- сокращение времени обслуживания и ремонтов оборудования и времени реакции на внештатные ситуации;
- возможность формирования аналитических отчетов с использованием пространственных данных.

слонки, компрессоры и исполнительные механизмы. Разница заключается лишь в том, что в системе автоматизации здания требования к времени реакции контроллеров не столь жесткие, как в ТП, где оно часто измеряется микросекундами.

В новом решении от компании B&R отдельные части системы взаимодействуют через высокоскоростную промышленную шину POWERLINK, построенную на основе Ethernet и обеспечивающую время реакции, измеряемое микросекундами. По сравнению с традиционными системами автоматизации зданий она дает возможность значительно увеличить плотность потока данных, передаваемых по одному кабелю. Высокая пропускная способность позволяет не только опрашивать огромное число датчиков и обеспечивать более точный контроль, но и предоставляет возможность получать диагностические данные от самих системных узлов, что очень ценно с точки зрения профилактики и технического обслуживания.