

3. *Подобедов В.Е.* Распознавание мошенничества при операциях с пластиковыми картами // Научная сессия МИФИ-2001: Сб. науч. трудов. В 14 т. М.: МИФИ. 2001. т.3.
4. *Подобедов В.Е.* Выбор характеристик для интеллектуального анализа систем с большим разнообразием компонентов // Труды конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». М.: Физматлит. 2001. т.2.
5. *Podobedov V.E.* Recognition of fraudulent situations in a flow of payment cards transactions // Proc. of 6th Int. Conf. "Pattern Recognition and Information Processing". Minsk. 2001. Vol.1.

УДК 681.3

С.Л. Беляков, Л.К. Самойлов

### АКТУАЛЬНОСТЬ ДАННЫХ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Геоинформационные системы (ГИС) производственных предприятий хранят обширную информацию о зданиях, сооружениях, инженерных коммуникациях, технологических процессах и оборудовании. Обеспечение актуальности имеющихся сведений является неотъемлемым элементом стадии эксплуатации системы. Информация неизбежно устаревает [1]. По мнению специалистов, традиционно используемые для генпланов предприятий топографические планы масштаба 1:500 теряют актуальность уже через год. Тем не менее, это не означает, что система и ее данные становятся бесполезными. Данные изменили свои свойства, что должным образом отражается на электронной карте или с помощью временных отметок, или условными обозначениями на специальном слое. Чем больше объектов и событий фиксирует ГИС, тем значительней затраты на поддержание данных в актуальном состоянии. Поскольку любая ГИС с течением времени может только увеличивать объем своей информации, неудовлетворительное решение проблемы обеспечения актуальности может значительно снизить ценность системы в целом.

На практике поддержание актуальности реализуется распределением этой функции между подразделениями предприятия. Наземные сооружения, энергетические коммуникации, технологические линии и другие объекты информационного пространства ГИС обслуживаются специализированными производственными подразделениями наравне со своими материальными аналогами. Такой подход позволяет повысить качество информационной базы за счет привлечения компетентных специалистов и использования функционально-ориентированных источников информации. Вместе с тем, вопрос о том - где, что и когда требуется обследовать на пространственном объекте, остается открытым. Подвергать исчерпывающей проверке имеющиеся сведения, выполнять заново полное картографирование объектов можно достаточно редко из-за высокой стоимости работ. Более реальным является инспектирование «наиболее критичных» по уровню требуемой актуальности информации участков пространства и материальных объектов. Для этого необходимо иметь оперативную картину областей изменений.

В процессе актуализации данных явно или неявно вводят модели старения информации ГИС. Модели можно разделить на два класса: экстраполирующие и событийные.

Модели первого класса основаны на предсказании актуальности данных в указанный момент времени. В общем виде модель задается как

$$A_{obj}(\mu_i) = F(T_{0i}, T_{endi}, t),$$

где  $t$  – время;  $T_{0i}, T_{endi}$  – соответственно абсолютный начальный и конечный момент времени существования  $i$ -го объекта;  $A_{obj}(\mu_i)$  – лингвистическое значение нечеткой переменной для оценки актуальности информации об  $i$ -м объекте с уровнем уверенности  $\mu_i$ .

Можно видеть, что минимально возможны два значения  $A_{obj}$ : «данные актуальны» и «данные устарели». Экстраполирующие модели строятся с использованием статистических сведений и экспертных знаний. Несмотря на сложность построения для динамичных объектов, процессов и явлений, модели данного типа получили наибольшее практическое применение.

Модели второго класса позволяют строить заключение об актуальности данных на основе наблюдения за текущим состоянием объекта или процесса. Обобщенно:

$$A_{obj}(\mu_i) = F(T_{0i}, T_{endi}, E),$$

$$E = \{e_j\}.$$

Здесь  $E$  – множество событий, влияющих на актуальность данных об  $i$ -м объекте.

Описанная модель реализуется только при наличии подсистема сбора и обработки информации о событиях. Заключение об актуальности, получаемые в событийных моделях, обладают большей достоверностью, однако, проблема получения и сбора событийной информации из разнородных источников не позволяет широко применять рассматриваемые модели на практике.

Наиболее эффективным представляется сочетание моделей: долговременный прогноз корректируется согласно реальному изменению состояния объекта.

В данной работе рассматривается подход к решению задачи определения актуальности данных, основанный на использовании в ГИС информации от систем электронного документооборота и SCADA-систем (рис.1). Системы данного типа все больше распространяются на производственных предприятиях, образуя их информационную инфраструктуру. Функцией SCADA является отображение текущего состояния технологической системы, передача сигналов управления, а также архивирование трендов выбранных сигналов. Системы электронного документооборота (СЭД) обеспечивают создание, хранение и обмен электронными документами в соответствии с установленными правилами. Обе системы непосредственно связаны с производством, поддерживают оперативную и архивную составляющие в своих информационных базах, что создает благоприятную возможность для использования событийных моделей.

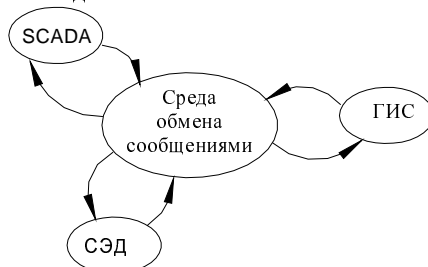


Рис.1. Компоненты информационной инфраструктуры предприятия

Среда обмена сообщениями базируется на средствах корпоративной сети предприятия. Для обмена данными между программными объектами существуют сервисные компоненты операционных систем. Например, SCADA для операционных систем семейства Windows используют универсальный протокол NetDDE, позволяющий взаимодействовать с использованием трехкомпонентного адреса (*Узел, Приложение, Порт*) [2]. Таким образом, общедоступны объекты, начиная с отдельных датчиков физических величин до сложноструктурированных документов.

Суть предлагаемого подхода заключается в создании подсистемы ГИС для оценки актуальности хранимой информации на основе событийного принципа. Результатом работы подсистемы является построение на электронной карте слоя актуальности, отображающего суждения об актуальности с различным уровнем уверенности. Как минимум, это позволит определить области, требующие обследования на местности и фиксации состояния объектов и процессов в ГИС. Например, трубопроводу длиной в несколько километров может соответствовать область обследования, охватывающая в общей сложности протяженность в 10-20 метров. Очевидно, что определение расположения таких областей позволяет сократить сроки и снизить стоимость внесения изменений в информационную базу ГИС. В общем случае информация об актуальности данных в виде множества

$$\{A_{obj}(\mu_i)\}, i = \overline{1, M}$$

может использоваться при решении задач планирования и управления предприятием. Это повышает достоверность и обоснованность решений.

Рассмотрим оперативную информационную составляющую, которую формирует SCADA. Источниками оперативной информации являются датчики уровня, давления, температуры, веса компонентов, используемых в технологической системе. Напрямую связать уровень актуальности с их значениями удастся только в отдельных случаях. Например, высокое давление в трубопроводе при соответствующих погодных условиях может вызвать срабатывание предохранительных клапанов и привести к выбросу вредных веществ в атмосферу. Пользуясь соответствующими соотношениями, можно рассчитать зону выброса, которая будет являться зоной пониженной актуальности данных для ГИС мониторинга окружающей среды. Обобщая, можно ввести понятие события, ведущего к уменьшению актуальности информации, как факт наступления нештатной ситуации в технологической системе. Практика показывает, что именно выход за критические пределы наблюдаемых параметров технологической системы приводит к замене оборудования, перепланировке помещений, прокладке новых и замене старых коммуникаций. Например, резкое падение давления жидкости в теплообменнике может говорить о том, что далее последует ремонт и изменение элементов оборудования теплообменника или его полная замена. Соответственно, с большой долей вероятности следует обследовать соответствующие фрагменты генплана или поэтажных планировок предприятия.

Строго говоря, не всякий выход параметра, наблюдаемого SCADA, за критическое значение ведет к аварийной ситуации. Поэтому представляется целесообразным применить для анализа и оценки событий экспертный подход. С помощью экспертов устанавливаются:

1) события  $E = \{e_j\}$ , которые по мнению эксперта должны приводить к модификации материальных объектов предприятия. Каждому событию сопоставляется подмножество значений наблюдаемых параметров

$$e_j : X_j \subset X,$$

где  $X$  – множество входных сигналов SCADA;

2) нечеткие правила-продукции, связывающие событие с областью электронной карты

$$L(e_j) \rightarrow Q_j(\Omega),$$

где  $\Omega$  – область пространства, описанного в ГИС.

Нечеткость в данном случае связана с определением границ областей, а также со степенью истинности предложенного правила.

Аналогичные рассуждения можно провести и для архивной информационной составляющей SCADA. Усредненные значения объемов потребленных продуктов позволяют косвенно судить о соответствующих изменениях окружающей среды. Понятие события необходимо связывать с жизненным циклом устройств, материалов, сооружений. Здесь также наиболее эффективно использовать экспертные знания ввиду сложности взаимосвязей и поведения производственных процессов. События связываются с ресурсными ограничениями технологической системы:

$$e_j : R_j \leq R,$$

где  $R$  – множество ресурсов.

При анализе возможностей использования СЭД приходится учитывать значительное разнообразие реализаций документооборота на каждом предприятии. Документы в различной степени отражают события, происходящие на предприятии, регламентируют нормы и правила протекания процессов. С точки зрения рассматриваемой задачи представляют интерес:

- 1) нормативные документы, устанавливающие граничные значения эксплуатационных показателей;
- 2) директивные документы, содержащие указания на проведение структурных изменений материальных объектов;
- 3) осведомительные документы о структурных изменениях материальных объектов.

Использование документов первой группы позволяет параметризовать модели старения информации об объектах. При этом необходимо использовать дионтическую логику (логику норм) для адекватных решений о значениях параметров модели.

Документы второй группы, чаще всего, являются необходимым, но недостаточным условием реальных изменений материальных объектов. Документы данной группы следует рассматривать как сигналы о начале отсчета временного интервала, по завершении которого можно сформировать суждение об актуальности данных. Заметим, что типовая функция СЭД – слежение за исполнением документа – в данном случае не дублируется. Появление директивного документа отображается в возможном смысле в пространственную модель действительности – электронную карту.

Документы третьей группы несут оперативную информацию о событиях и явлениях, что напрямую может связываться с актуальностью данных ГИС.

Задача извлечения информации о событиях из документов должна решаться специализированной интеллектуальной подсистемой, анализ которой выходит за рамки данной работы. Отметим, что экспертная обработка полученной информации строится аналогично рассмотренному выше.

Функциональная структура подсистемы ГИС для слежения за актуальностью данных показана на рис.2. Детектор событий представляет собой распределенную программную компоненту, размещаемую у источников информации. При этом должен существовать единый диспетчер потока событий для обеспечения его целостности. Такую организацию имеют ядра многозадачных операционных систем. Экспертная система интерпретации событий реализует принятие решения о значимости события и форме его отображения. Набор правил-продукций экспертной системы по сути задает нечеткое отображение множества событий в множество областей электронной карты. Отображение принятых решений в базу данных электронной карты осуществляет специальный компонент ГИС – конструктор слоя актуальности. Его организация определяется типом ГИС. Фиксация событий на карте и построение зон актуальности является типовой процедурой пространственного анализа ГИС.

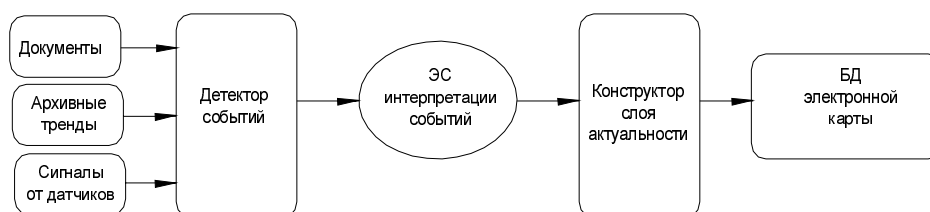


Рис.2. Элементы подсистемы поддержки актуальности данных ГИС

Программная реализация рассматриваемой подсистемы строится на принципах архитектуры «клиент-сервер». С одной стороны, это диктуется современными принципами построения сетевых компонент, с другой – асинхронным принципом работы прикладной системы. События происходят относительно редко, что делает нерациональным синхронное сканирование источников информации – растет трафик сети и вычислительная нагрузка на сервер ГИС. Требование реального масштаба времени при этом задает максимальное время реакции на событие, которое вполне удовлетворяется современными системными коммуникационными программами.

Заключение о необходимости актуализировать данные некоторой области строится логическим выводом. Продукции должны связывать интенсивность и распределение событий на карте с границами области актуальности. Данная процедура относится к пространственному анализу. По его результатам при необходимости может инициироваться процесс генерализации электронной карты.

Подводя итог, необходимо сделать следующие выводы:

1. Задача обеспечения актуальности информации ГИС важна в практическом отношении. Для ее решения следует создавать подсистему, использующую информационные источники о состоянии технологической системы и документооборота предприятия.
2. Реализация подсистемы обеспечения актуальности предполагает использование экспертного подхода для принятия решения о реакции на события. Экспертная система строится в среде ГИС, связываясь с процедурами пространственного анализа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Майкл М. ДеМерс Географические информационные системы. Основы. Пер. с англ. М.: Дата+, 1999.
2. Wonderware Factory Suit. Руководство администратора системы. Wonderware Corporation, редакция С, октябрь, 1998.

УДК 681.512

В.П. Зарницын, В.Л. Чернышев

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ НА УДАЛЕННЫХ ТЕАТРАХ ВОЕННЫХ  
ДЕЙСТВИЙ**

Способ ведения боевых действий всегда определяется развитием средств вооруженной борьбы, а место - политическими и экономическими интересами государств и их коалиций. В настоящее время интересы, в основном, ограничены нефтяными местонахождениями. В качестве способа их удовлетворения выбран военный. Не останавливаясь на проблематике этого факта, ограничимся только одним из аспектов, который следует из него, а именно, необходимости ведения боевых действий на значительных расстояниях от мест постоянной дислокации войск.

С целью обеспечения боевых действий (БД) на удаленных театрах военных действий (ТВД) создается эшелонированная система обеспечения запасами (СОЗ). Под запасами в общем случае понимают всю номенклатуру необходимых сил и средств, обеспечивающих БД (носители вооружения всех видов, оружие, боеприпасы, горюче-смазочные материалы, топливо, продовольствие и др.). В эту номенклатуру входит и личный состав, который требует отдыха, пополнения или усиления. В дальнейшем, для упрощения изложения, ограничимся номенклатурой боеприпасов и топлива.

Учитывая емкость предметной области, рассмотрим только тезисно актуальные и проблемные вопросы моделирования обеспечения БД в структуре характеристических свойств СОЗ.

1. Интегративные качества СОЗ определяют принятая для данного вооруженного конфликта система боевых действий. Другими словами, боевые действия являются системой высшего уровня и определяют цель функционирования СОЗ и, следовательно, ее показатели эффективности. План боевых действий, его этапы определяют среднесуточный расход боеприпасов, заправок топлива и являются исходными данными для определения параметров первого уровня СОЗ.

Основная проблематика данного свойства, состоит в возможности ошибок при планировании БД, что влечет необходимость корректировки функционирования СОЗ. Это приводит к сбоям в поставках, потерям темпа БД, перегруппировкам и, в конечном итоге, к дополнительным потерям. Это объясняется невозможностью быстрой адаптации СОЗ из-за растянутости и напряженности коммуникаций, ограничениями на их пропускную способность, противодействием противника.

Направления исследований в этом вопросе состоит в необходимости максимально возможного согласования вариантов ведения БД по месту и времени с параметрами функционирования СОЗ. Для минимизации возможных рассогласований периодичность заявок на комплекты боезапаса и заправки топлива обычно