

УДК 004.005

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Астафьев Александр Владимирович¹, Провоторов Алексей Владимирович²,
Орлов Алексей Александрович³

¹ Студент специальности прикладная информатика (в сфере сервиса);
Муромский институт (филиал) Владимирского Государственного университета;
602264 Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23;
e-mail: alanwake@mail.ru.

² Студент специальности прикладная информатика (в сфере сервиса);
Муромский институт (филиал) Владимирского Государственного университета;
602264 Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23;
e-mail: nov@mail.ru.

³ Доктор технических наук, профессор;
Муромский институт (филиал) Владимирского Государственного университета;
602264 Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23;
e-mail: AlexeyAlexOrlov@rambler.ru.

В статье показана актуальность внедрения систем мониторинга оборудования на промышленных предприятиях. Проведен анализ, описание и сравнение систем мониторинга и систем визуализации производственных процессов. В ходе проведения комплексного анализа выявлены основные характеристики, функции и требования, предъявляемые к рассматриваемым системам и проанализированы существующие программные комплексы мониторинга оборудования. Приведены результаты оценок характеристик систем мониторинга и систем визуализации производственного процесса.

Ключевые слова: анализ, системы, мониторинг, визуализация, промышленное оборудование.

COMPLEX ANALYSIS OF MONITORING AND VISUALIZATION SYSTEMS IN INDUSTRY ENTERPRISES

Astafiev Alexandr¹, Provotorov Alexey², Orlov Alexey³

¹ Student of Applied programming speciality;
Murom Institute branch of Vladimir State University;
602264 Vladimir reg., Murom, Orlovskay street, 23;
e-mail: alanwake@mail.ru.

² Student of Applied programming speciality;
Murom Institute branch of Vladimir State University;
602264 Vladimir reg., Murom, Orlovskay street, 23;
e-mail: nov@mail.ru.

³ Doctor of Science in Engineering, professor;
Murom Institute branch of Vladimir State University
602264 Vladimir reg., Murom, Orlovskay street, 23;
e-mail: AlexeyAlexOrlov@rambler.ru.

The article show the relevant of introduction monitoring systems in industry enterprises. Was realization analysis, reviewing and comparison monitoring systems, and visualization systems. Was delineation general functions, parameters and demands for this types of systems and analyzed exists monitoring systems. Results of analysis monitoring and visualization systems are presents in tables.

Keywords: Analysis, systems, monitoring, visualization, industry equipment.

Затраты на обслуживание и ремонт являются одним из важнейших эксплуатационных показателей любой технической системы. Их минимизация в тех случаях, когда система является ремонтно-пригодной, практически невозможна без эффективного контроля состояния системы. Поэтому, в настоящее время, всё большую популярность обретают системы мониторинга оборудования.

Система мониторинга – это система, предназначенная для непрерывного измерения и регистрации основных параметров, в том числе предаварийных и аварийных режимов оборудования в процессе эксплуатации. Система мониторинга осуществляет контроль режимов работы, позволяет своевременно принимать необходимые меры в предаварийных ситуациях, анализировать и прогнозировать техническое состояние, а также планировать объемы и сроки технического обслуживания оборудования [1].

Система производственного процесса представляет собой платформу для эмуляции, модельного проектирования и визуализации параметров производственного процесса. Она должна обеспечивать интерактивную графическую среду и настраиваемый набор библиотек блоков, которые позволяют проектировать и моделировать производственный процесс. Система должна взаимодействовать с объектами производства через среду коммуникаций. Каждый блок построен на соответствующей тематической модели и реализует следующие функции:

- создание и редактирование структуры данных об объектах и соответствующих им виртуальных объектах (моделей);
- оперативное представление данных о состоянии работы объектов на экранах мониторов в реальном масштабе времени;
- наличие графического интерфейса системы мониторинга объектов производства.

Существующие системы управления и визуализации данных разрабатываются и адаптируются под тип оборудования в отделах различных предприятий.

Цель настоящей работы – определение требований к системам мониторинга и визуализации производственного процесса.

Для достижения поставленной цели на первом этапе проведём анализ существующих систем мониторинга оборудования.

Исходя из данных об использовании систем мониторинга в России, можно выделить самые популярные из них.

Одной из самых известных систем дистанционного мониторинга является система «ШТУРМ». Она поддерживает оборудование различных производителей и типов, например электропитающие установки, источники бесперебойного питания, системы удаленного ввода/вывода и другие. Серверная часть этой системы реализована под ОС Linux с использованием технологий AJAX. Доступ к системе происходит через обычный браузер.

Известной системой мониторинга в Костромской области является система «TELESTE». Основные возможности системы – это дистанционный мониторинг и управление всеми активными элементами сети, такими как модули центральной головной станции, модули подголовной станции, оптические узлы, субмагистральные и магистральные усилители и т.д. Система состоит из двух программных сред: главная программа менеджмента и мониторинга, обеспечивающая получение, хранение и обработку информации, полученной от активных элементов сети. (CATVisor™ EMS Server) и графический пользовательский интерфейс, обеспечивающий удаленный доступ к центральному и к локальным контроллерам системы и к данным EMS Server' a(CATVisor™ EMS Explorer).

Известная система ленинградской области – «Алстрим». Эта система представляет собой надежный и легко адаптируемый под конкретную задачу программно-аппаратный комплекс для удаленного контроля и управления объектовым оборудованием. Использование системы мониторинга существенно снижает затраты на обслуживание объектов связи, расположенных, например, в малонаселенной местности с неразвитой дорожной инфраструктурой. Оборудование, подключаемое к системе мониторинга: электропитающее оборудование, системы учета электроэнергии и тепла, системы кондиционирования и вентиляции, охранная и пожарная сигнализация, линейно-кабельное хозяйство, и другие устройства, имеющие открытый протокол обмена.

Ещё одной, не менее популярной системой является система «МУ501СЕ». Программная часть этой системы мониторинга построена по принципу клиент-серверного приложения. Это значит, что

система состоит из сервера и одной или нескольких рабочих станций (диспетчерских пультов) которые подключаются в одну вычислительную сеть, но сервер при этом может так же выполнять роль диспетчерского пульта. Информация о конфигурации объектов, их состоянии хранится на сервере. Вся информация из базы данных может быть доступной на любой рабочей станции. При этом программное обеспечение предусматривает встроенную систему оповещения, которая предусматривает доставку по сети Ethernet сообщения об изменении состояния какого либо из объектов мониторинга, на любую из рабочих станций, что гарантирует своевременную доставку актуальной информации всем ответственным лицам.

Относительно новой системой (2008 год) считается система «СДМ-ДИЗАЙН» компании ООО «Промсвязьдизайн». Программный комплекс состоит из трех основных частей: Серверной части (обеспечивает сбор информации с устройств, отмеченных в клиентской части для опроса, и записывает собранную информацию в базу данных), клиентской части (с помощью клиентской части осуществляется контроль и управление электропитающими устройствами) и программы просмотра батарейных тестов. Программа предназначена для сохранения и просмотра результатов батарейных тестов в графическом и табличном виде и формирования отчетов по ним.

Популярной системой в Московской области является система «M2M-Gate». Она представляет собой бизнес-решения в сфере коммуникации между объектами. Технология предназначена для дистанционного контроля и управления объектами – торговыми и офисными автоматами, жилыми зданиями, энерго- и газосчетчики, производственными объектами, платежными терминалами и т. д. Комплексное решение M2M Gate состоит из GSM-терминалов, встраиваемых в объекты, которые необходимо опрашивать и контролировать, программного обеспечения, позволяющего собирать и отображать информацию на компьютере пользователя.

Результаты конструктивного анализа систем мониторинга представлены в таблице 1.

В ходе анализа были выделены важные критерии для оценки систем мониторинга: типы подключения устройств, поддерживаемые операционные системы, разграничение прав доступа, унифицированность, ведение журнала событий, протокол действий оператора и оповещение по средствам сотовой связи (SMS).

Критерий типов подключаемых устройств характеризует систему по количеству интерфейсов подключения, следовательно, наиболее универсальной является система с наибольшим количеством интерфейсов. Таким образом, высокий балл по этому критерию набрали системы «ШТУРМ», «СДМ-ДИЗАЙН» и «TELESTE».

В критерии поддержки операционных систем учитывалась возможность работы в Windows и Linux. Выигрышными системами по этому критерию являются системы, реализованные на основе web-технологий. Такими системами являются: «ШТУРМ», «Алстрим» и «M2M-Gate».

Критерий унифицированность означает наличие у системы возможности представлять работу с оборудованием разных производителей как с одной стандартной единицей. Этим свойством обладают системы «ШТУРМ» и «Алстрим».

В критериях ведения журнала событий и ведение журнала действий оператора учитывалась степень документированности работы системы. Критерию ведения журнала действий оператора отвечает только система «МУ501СЕ», а критерию ведения журнала событий - «ШТУРМ», «СДМ-ДИЗАЙН», «TELESTE» и «Алстрим».

В критерии оповещение по SMS учитывалась возможность системы отправлять короткие текстовые сообщения лицам, несущим ответственность за оборудование, с которым произошёл инцидент. Такой возможностью обладают системы: «ШТУРМ» и «СДМ-ДИЗАЙН».

Таблица 1. Результаты анализа систем мониторинга

Список систем	Характеристики систем													
	Типы подключения устройств							Поддерживаемые ОС		Разграничение прав доступа	Унифицированность	Ведение журнала для событий	Протокол действий оператора	Оповещение по SMS
	Модем	Ethernet	RS-232/USB	RS-485	GSM-сеть	PSTN	SNMP	Windows	Linux					
Штурм	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
TELESTE	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Алстрим	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
МУ501СЕ	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
СДМ-ДИЗАЙН	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+
M2M-Gate	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-

Вторым этапом исследования является проведение анализа систем визуализации с целью выявления основных характеристик графического интерфейса.

В настоящее время можно выделить три типа систем визуализации, которые часто используются в системах проектирования интерфейса приложений и бизнес-проектов [2].

Для разработки графического интерфейса приложений используются системы визуализации, подобные системам, встроенным в среды разработки типа Delphi, Builder C++ и т.д. Эти системы визуализации были разработаны и модифицируются до настоящего времени фирмами разработчиками сред программирования, такими как Microsoft, Borland, Embarcadero и т.д.

Для разработки диаграмм бизнес-проектов используются системы визуализации, подобные системам, встроенным в такие среды как StarUML, RationalRose и другие. Эти системы разрабатывались исключительно для выполнения определённых задач проектирования бизнес-процессов [3].

Другим типом систем визуализации являются системы визуализации диаграмм бизнес-проектов, распространяющихся бесплатно. В отличие от систем визуализации, распространяющихся платно, эти системы значительно проще, но и имеют меньший набор функций.

Результаты комплексного анализа систем визуализации представлены в таблице 2.

Во время проведения анализа были выделены основные характеристики, для сравнения этих систем, такие как установление графических связей между объектами, различные виды связей, иерархичность структуры данных и т.д.

Критерий «Установление графических связей между объектами» подразумевает возможность визуального управления связями между объектами, например связи между оборудованием для последовательной обработки одной заготовки. Этому критерию удовлетворяет только системы, используемые в программах моделирования, распространяющихся на платной основе – StarUML и аналоги.

Критерий «Различные виды связей» означает наличие различных типов подчинения между объектами, например движение деталей между станками, списание брака, разделение партий детали для параллельной обработки. Этому критерию соответствуют системы моделирования, распространяющиеся как на платной, так и на бесплатной основе – DiagramDesigner, StarUML и аналоги этих систем.

Характеристика «Иерархичность структуры данных» означает свойство системы разграничивать связи и размещение объектов, схем и диаграмм по уровням значимости и расположения. Таким образом, этим свойством обладают платные системы моделирования и системы разработки приложений.

Характеристика «Автоматическое выравнивание объектов» подразумевает наличие алгоритма автоматического выравнивания размещаемых графических объектов относительно уже существующих.

щих объектов и границ схемы или диаграммы. Таким свойством обладают только новые версии систем разработки графических приложений.

Таблица 2. Результаты анализа систем визуализации

Наименование характеристики	Интерактивная среда приложения			
	StarUML и аналоги	Builder C++ и аналоги	DiagramDesigner и аналоги	Системы мониторинга
Установление графических связей между объектами	+	-	-	+
Различные виды связей	+	-	+	+
Иерархичность структуры данных	+	+	-	+
Автоматическое выравнивание объектов	-	+	-	-
Отдельное сохранение схем проекта	+	-	+	+
Экспорт в изображение	+	-	-	+
Визуальное редактирование элементов	+	+	+	+
Возможность сопоставления объектов с разным оборудованием	-	+	-	+

Функция «Отдельное сохранение схем проекта» осуществляет сохранение отдельных законченных частей проекта для дальнейшего использования или написания документации. Таким свойством обладают бесплатные и платные системы моделирования – DiagramDesigner, StarUML и аналоги этих систем.

Функция «Экспорт в изображение» позволяет сохранять отдельные схемы проекта для дальнейшего использования. Представление схемы в виде графического файла позволяет использовать полученные результаты без привязки к определённому программному обеспечению.

Характеристика «Визуальное редактирование элементов» подразумевает возможность редактирования схем путем использования методов визуальной обработки графических данных: «drag&drop» (от англ. перетащить и бросить). Этой характеристикой обладают все рассматриваемые системы.

Под характеристикой «Возможность сопоставления объектов с разным оборудованием» подразумевается адаптируемость к объектам производства разного характера или разных производителей. Данной характеристикой обладают только системы разработки графических приложений – BuilderC++ и аналоги.

Особенностями процесса производства на промышленных предприятиях являются:

- наличие объектов производства типа склад, станок, поточная линия;
- в состав производственного процесса входят несколько уровней детализации, от процесса в целом, до обработки детали на конкретном станке;
- возможность изменения параметров оборудования в режиме реального времени;
- составление отчетов и графиков о работе цеха и оборудования;
- возможность отслеживания времени простоя, движения деталей, работы оборудования.

Исходя из перечисленных особенностей выделим основные функции и требования систем мониторинга процесса производства на промышленных предприятиях.

Основными функциями таких систем являются:

- непрерывный мониторинг производственного процесса;
- представление данных о состоянии производственного процесса на экране монитора с требуемой степенью детализации;
- управление (создание, выбор, перемещение, редактирование, удаление) блоками (мнемосхемой) и структурами данных об объектах мониторинга;
- управление блоками и структурами данных о подразделениях предприятия, включающих в себя группы объектов мониторинга;
- вывод временных диаграмм и таблиц о состоянии объектов производства за заданный период времени;
- сохранение информации в журнале событий и формирование протоколов по запросу пользователя.

Основными требованиями предъявляемыми к этим системам являются:

- обеспечение гибкости настройки системы (т.е. возможность оперативной перестройки модели в соответствии с изменяемыми параметрами структуры производственного процесса);
- обеспечение интерфейса с системой сбора данных с датчиков состояний объектов производства;
- одновременная работа нескольких пользователей;
- несколько уровней доступа к системе, гарантирующих безопасность объекта связи;
- возможность формирования отчетов о состоянии объектов за выбранный период времени;
- графический интерфейс системы интуитивно понятен и помогает быстро получить важнейшую информацию о состоянии оборудования;
- мнемосхема включает стрелки с числовыми транспарантами и блоки объектов отображающих производственные участки, склады либо агрегаты;
- стрелки отображают движение продукции между объектами цеха нарастающим итогом с начала смены, суток и месяца, а объект отображает данные по текущему производству (три варианта, с указанием количества продукции: поступившей на участок, прошедшей через участок из одного места, поступившей на участок из нескольких мест);
- четыре варианта отображения производственного участка (с мониторингом количества продукции, с мониторингом агрегатов участка, с тем и другим, с отображением времени простоя);
- три варианта отображения производственных размещений (с указанием количества продукции, с указанием количества продукции различного типа, с указанием количества брака);
- возможность построения графиков, гистограмм, смешанных графиков с накоплением, по суткам, по часам;
- табличное представление данных, как в виде отдельного документа, так и в виде детализаций и расшифровок значений графиков, диаграмм и таблиц.

Таким образом, в ходе проведённой работы был выполнен анализ существующих систем мониторинга производственного оборудования (определены важные функции и характеристики, выполнена их оценка), позволяющий выбрать для использования подходящую в конкретном случае систему и определить перечень требований для разработки собственной системы мониторинга.

Список литературы

1. Соловьёв А. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования / под ред. Р. В. Васильева. – М, 1996. – С. 276.
2. Маклаков С.В. BPWin и ERWin. CASE-средства разработки информационных систем. – М.: Диалог-Мифи, 1999. – С. 256.
3. Волчков С.А. Моделирование для непрерывного улучшения бизнес-процессов на базе стандартов ERP и ИСО 9001 от 2000 года // Методы менеджмента качества. – 2001. – №2. – С. 14-15.