ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2014, No 1.2(9), pp. 16-31.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-16

Automated Monitoring production - technological and organizational - economic activities of an industrial enterprise

Tian Yuan

People's Republic of China, Postgraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. tianyuan.010@163.com

Nguyen Duc Thanh

Socialist Republic of Vietnam, Postgraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. ndthanh1987@yahoo.com

Chaudhary Raja Ram

Federal Democratic Republic of Nepal, Postgraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. raja_lahan@hotmail.com

Ostroukh Andrey Vladimirovich

Russian Federation, full member RAE, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>. ostroukh@mail.ru

Abstract. The paper proposed a structure for the automated monitoring system of industrial enterprise on the basis of the theoretical approach to the construction of a multi-level system for monitoring production - technological and organizational - economic activities of an industrial enterprise. The approbation of the main theoretical results and formulate practical recommendations in order of introduction of Monitoring in the industry.

Keywords: monitoring, managing, evaluating, analyzing data, processes and manufacturing industries.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2014. – №1.2(9). – С. 16-31.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-16

УДК 681.3

Автоматизированная система мониторинга производственно – технологической и организационно – экономической деятельности промышленного предприятия

Тянь Юань

Китайская Народная Республика, аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, tianyuan.010@163.com

Нгуен Дык Тхань

Социалистическая Республика Вьетнам, аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, ndthanh1987@yahoo.com

Чаудхари Раджа Рам

Федеративная Демократическая Республика Непал, аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, raja_lahan@hotmail.com

Остроух Андрей Владимирович

Российская Федерация, академик РАЕ, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>, ostroukh@mail.ru

Аннотация. В статье предложена структура автоматизированной системы мониторинга промышленного предприятия на основе разработанных теоретических подходов к построению многоуровневой системы мониторинга производственно – технологической и организационно – экономической деятельности промышленного предприятия. Проведена апробация основных теоретических результатов, а также формулировка практических рекомендаций по порядку внедрения систем мониторинга состояния среды на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: мониторинг, управление, аналитическая обработка данных, технологические процессы и производства, промышленные предприятия.

1. Введение

В настоящее время наблюдается постоянный рост масштабов работ по интенсификации, компьютеризации и комплексной автоматизации производства и интегрированного управления функционированием, как сетью технологических процессов, так и отдельными предприятиями, который должен и сопровождается расширением научных и технических исследований, разработок моделей и структурных решений человеко-машинных систем, предназначенных для автоматизации производства и интеллектуальной поддержки процессов управления [1, 2, 10]. Современный уровень развития аппаратных и программных средств сделал возможным повсеместное ведение баз данных оперативной информации на разных уровнях управления. В процессе своей деятельности промышленные предприятия, корпорации, ведомственные структуры, органы государственной власти и управления накопили большие объёмы данных. Они хранят в себе большие потенциальные возможности по извлечению полезной аналитической информации, на основе которой можно выявлять скрытые тенденции, принимать оперативные решения и строить стратегию развития.

Во многих отраслях промышленности, стоит задача повышения качества продукции с одновременной минимизацией расходов. По-прежнему существует необходимость развития теоретических положений и практических рекомендаций по разработке программных приложений для осуществления оперативного мониторинга внутренней среды промышленных предприятий по комплексным показателям их деятельности.

Указанные процессы порождают большие объёмы записей данных, которые должны храниться в хранилище данных. Анализ данных позволяет предприятию заранее улучшать процессы разработки и дизайн продукции, вносить изменения в её изготовление и системы монтажа, с целью улучшения качества продукции и снижения расходов по рекламациям, что не является тривиальной проблемой и требует эффективного анализа данных или DM-алгоритмов [3, 4, 7 – 12].

2. Структура автоматизированной системы мониторинга промышленного предприятия

Информационно - аналитический программный комплекс представляет собой распределенную систему, в которой можно условно выделить три части (рисунок 1): подсистему сбора оперативных данных; подсистему хранения данных; подсистему анализа данных [4, 5, 6].

Рисунок 1 - Структура автоматизированной системы мониторинга промышленного предприятия

В подсистему сбора данных включены любые источники данных: оперативные системы предприятия, автоматизированные системы управления технологическими процессами, внешние источники.

В связи с низким уровнем автоматизации самых важных для оперативного управления производством задач, разработка аналитического комплекса была начата с создания системы учета производственных бизнес-процессов. Система имеет клиент-серверную архитектуру. Специфика операционных данных, заносимых мастерами смен с помощью системы, – их строгая периодичность. Учетные данные заносятся по итогам смены.

Таким образом, данные изначально имеют строгую временную привязку, что характерно для хранилищ данных (ХД) [4, 7, 8, 13]. В предложенной структуре ХД имеет двухуровневую структуру: стандартный архив и витрины данных (ВД). Данные из оперативных источников посредством разработанных программ загружаются в стандартный архив данных, из которого они выгружаются в ВД, организованные в соответствии с их предметной направленностью. Алгоритм данной операции показан на рисунке 2.

Рисунок 2 - Схема алгоритма загрузки данных в ХД

Из ВД формируются OLAP-кубы, которые предоставляют удобные быстродействующие средства доступа, просмотра и анализа деловой информации.

Пользователь получает естественную, интуитивно понятную модель данных, организуя их в виде многомерных кубов. Осями многомерной системы координат служат основные атрибуты анализируемого бизнес-процесса: время работы смены, номер смены, характеристики преформ и оборудования и т.д. На пересечениях осей — в терминологии OLAP, называемых «измерениями» (Dimensions) — находятся данные, количественно характеризующие процесс, - «меры» (Measures). Это могут быть объемы выпущенной продукции, поступления, расхода и остатка материалов и др. Пользователь может «разрезать» куб по разным измерениям, получать сводные (например, по годам, кварталам, неделям) или, наоборот, детальные (по сменам) сведения и осуществлять прочие манипуляции, необходимые в процессе анализа.

В настоящее время на заводе эксплуатируются OLAP-кубы «Выпуск продукции», «Простои машин», «Расход материалов». Для их построения было создано 17 измерений. На рисунке 3 представлена лепестковая диаграмма для куба «Простои машин», который описывает моменты остановки и запуска технологического оборудования и причины этих простоев.

Рисунок 3 - Диаграмма длительностей простоев в минутах по различным причинам остановки для каждой из смен

С помощью средств OLAP-клиента руководство предприятия имеет возможность оперативно получать аналитические отчеты о выпуске продукции и простоях оборудования в характерных для данной информации разрезах в различных единицах измерения (количество в штуках, коробках, килограммах, процентах и т.д.). На кнопках с раскрывающимися списками можно задавать условия выбора данных, а путем простого перетаскивания полей задавать измерения. Данные могут быть представлены в табличном и в графическом виде. Например, на рисунке 3 приведена лепестковой диаграмма, которая хорошо показывает структуру поломок во время работы смен. Представление информации в наглядной форме очень сильно облегчает задачу диагностики проблем.

Визуализация и агрегирование данных, конечно, облегчают принятие управленческих решений, однако средства OLAP-анализа не вырабатывают рекомендации для лица принимающего решение (ЛПР). При принятии решений полезно выявление качественно новой информации в данных, содержащихся в хранилище, в виде скрытых закономерностей, зависимостей и взаимосвязей, что обеспечивается методами и средствами интеллектуального анализа данных (ИАД). Иллюстрация работы инструментария выработки рекомендаций ЛПР, как элемента новой технологии, реализующих ее алгоритмов и программных средств была осуществлена на конкретной задаче определения состава ремонтных работ методами имитационного моделирования, первичной статистической обработки данных и статистической проверки гипотез.

Одна из важнейших проблем производства – это внеплановые простои оборудования. В связи с непрерывным технологическим процессом производства, остановка оборудования влечет за собой снижение качества продукции и образование дорогостоящих отходов. Кроме того, своевременная замена некоторых деталей предотвращает дорогостоящий ремонт целых узлов технологического оборудования. Выше сказанное обуславливает актуальность задачи моделирования (прогнозирования) внеплановых простоев оборудования.

Выделены основные этапы решения поставленной задачи:

1. Оценка статистических характеристик исследуемых выборочных данных (среднее, минимальное, максимальное, наиболее вероятное (модальное) время безотказной работы и простоев машин; среднеквадратическое отклонение, разброс времен и т.д.);
2. Исследование законов распределения времени безотказной работы и времен простоев машин по каждой технической причине и подбор теоретических распределений, адекватно описывающих выборочные данные, на основе использования статистических критериев согласия;
3. Имитационное моделирование циклов работы машин с помощью календарного метода, когда i -цикл состоит из участка рабочего состояния (интервал времени работы), за которым следует участок поломки (простоя) вследствие возникновения определенной технической причины;
4. Прогнозирование моментов остановки машины по определенной технической причине.

3. Интеграция компонентов разработанной системы

Система мониторинга, контроля и управления производством (Production Monitoring and Control Systems, PMC) играют центральную роль традиционного поля автоматизации. Основной функцией этих систем является сбор производственных сигналов завода и PLC-систем и их объединения для контроля в соответствующих контекстах, визуализации и предоставления возможности управлять ими [14, 15, 17, 18]. Хотя визуализации и управление сигналами процессом и контексты считаются «классическими» функциями системы SCADA [16], основные работы по обработке

сигнала в режиме реального времени и сопряжения их с производством завода выполняется РМС-системами. В настоящее время эти РМС-системы, как правило, реализованы в объектно-ориентированной среде (object-oriented – СУБД или приложение, поддерживающие использование объектов) на основе стандартизированных протоколов, например, OPC (OLE for Process Control) OLE для управления процессами (производством) спецификация комитета OPC Foundation; OLE (Object Linking and Embedding) связывание и встраивание объектов стандарты 1.0 и 2.0, набор протоколов Microsoft.

РМС обычно работают в сильно распределенной программной среде, в которой не может быть гарантировано постоянное соединение всех участвующих компонентов, поэтому осуществление потребностей каждой подсистемы должно предусматривать возможность действовать автономно, по крайней мере, в течение определённого промежутка времени. В соответствии с конкретными потребностями отдельного автозавода РМС должна иметь возможность следовать вариантов централизованного, децентрализованного или смешанного подхода. С учётом этого, например, на автозаводе DaimlerChrysler в Бремене используют один центральный диспетчерский пункт для каждого участка сборки кузовов, цеха покраски и окончательной сборки. Другие автомобильные заводы применяют децентрализованные структуры, при которых визуализации и оперативное управление выполняются непосредственно от операционных станций, расположенных в цехе.

Помимо этого, интеграция (обычно на MES-платформе) "соседних" IT- систем, таких как управление качеством, обслуживание и ремонт, идентификация кузова автомобиля и т.д., должна быть как можно проще [3, 4]. Обеспечение связи между этими приложениями должно привести к более полной информации, отражающей неожиданные изменения в цехе, а также повышению прозрачности состояния производства соответствующей информацией. Затруднения могут возникнуть, если эти системы MES от разных поставщиков. Отсутствие стандартизированного способа связи для таких систем приводит к недоразумениям и проблемам общения.

Для мониторинга и контроля производства системы управления должны быть в состоянии визуализировать и управлять состоянием автозавода в режиме реального времени, что связано с необходимостью высокоскоростной передачи сигналов и оперативных действий. Вместе с тем необходимо обеспечить использование несколько различных протоколов на основной линии производства, которые реализуют различные возможности, различные форматы, различные частоты связи и различные структуры данных. Имея общую модель состояния процессов, РМС должна интегрировать всю эту информацию в режиме реального времени. Неоднозначность возможностей эффективного использования ХД в условиях обработки информации в режиме реального времени отмечал и разработчик концепции Хранилища W. Inmon (см. выше).

Разработчики IT-платформ предлагают различные решения проблемы интеграции компонентов MES при этом, на мой взгляд, для автоматизации получения данных в режиме реального времени в автомобильной промышленности большой интерес представляет использование т.н. программных агентов (software agents). Платформы

агента обычно предлагают стандартный путь коммуникации среди агентов, принятых на платформе [4 – 6, 9 – 15, 17, 18].

Примером такого решения может служить разработанная Институтом информации и обработки данных Фраунгофера (Fraunhofer IPTB) для автозавода DaimlerChrysler в Бремене на платформе программных агентов система мониторинга производства, объединённая с вспомогательной системой, краткосрочно имитирующей результаты автомобильного цеха на последующие три смены. С помощью этой вспомогательной системы персонал цеха может предвидеть воздействие различных нарушений, вызванных неожиданными изменениями в системах производственного оборудования, накопителях и материальных потоках, например, конвейеров, передвижных платформ, и т.д. Это помогает производственному персоналу принимать обоснованные краткосрочные решения, касающиеся производительности смены, в какой-то мере сотрудников в следующей смене, назначение работников на линии и т.д.

Функциональные возможности имеющейся системы PMC ProVis.NT, по сравнению с системой программных агентов, практически остались те же, но через стандартную платформу агента были объединены различные системы модулей.

На рисунке 4 представлена схема использования программных агентов в формате существующей системной архитектуры ProVis.Agent.

Рисунок 4 – Агенты платформы ProVis.Agent для мониторинга, контроля и управления производственными процессами автозавода в режиме реального времени

Центральный сервер мониторинга и управления состоит из группы взаимосвязанных программных агентов. Каждый из этих агентов охватывает одну часть функциональных возможностей, уже содержавшихся в прежнем системном ProVis.NT.

Они обеспечивают функциональную обработку различных типов сигналов (например, выключатели, аналоговые значения, расстояния, и т.д.), а также модели рабочего времени, звуковые предупреждения и статистические данные.

"Агент ввода-вывода" (Input-Output, I/O-agent) включает различные типы каналов ввода-вывода I/O (OPC), передачи мультимедиа-сообщений (Multimedia Message Service, MMS), межсетевого протокола управления передачей (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, TCP/IP) и позволяет диспетчерскому серверу вести унифицированный мониторинг поступающих сигналов всех распределительных устройств основных систем. Агент визуализации используется для согласования с помощью интерфейса с разнообразными обычно используемыми системами SCADA, а также с новым инструментом визуализации в реальном времени ProVis.Visu.

Операционный агент всегда обеспечивает операционный контекст для отдельных сигналов или сложных действий. Этот контекст может составлять только наименованием и режимом работы отдельного основного цеха, но это может также быть комбинация нескольких сигналов различных типов, поступающих от нескольких установок. Главная цель операционного агента состоит в том, чтобы предоставить оператору всю информацию, выполнить сложные операции, такие как изменение модели рабочего времени для различных установок. В любое время оператор должен иметь возможность правильно оценивать последствия своих действий.

Разнообразие специальных агентов используется для связи с помощью интерфейса с существующим подсистемам, агент Web-сервера связывает с помощью интерфейса PLC к системой статистического анализа, которая может или быть внутренним продуктом Provis.Paula или ПО третьего лица. Агент Archive-Server поставляет отчёты о производстве и релевантную информацию в архив базы данных, где она сохраняется для проверки качества и будущего планирования.

Информационный агент в заключении обеспечивает подключение информационного сервера (Media Server), сервера звукового предупреждения (Alarm Server) и специальных компонентов интерактивного моделирования (Real time simulation).

На рисунке 5 приведён пример архитектуры такой системы мониторинга и управления производством, являющейся открытой для подключения к IT-системам, связанным с логистикой, управлением качеством или сборкой сервисных программ.

Таким образом, система мониторинга, контроля и управления производством на основе технологии программного агента позволяет персоналу цеха и топ-менеджерам автозавода оперативно и адекватно реагировать на возникающие в цехе аварийные ситуации.

Рисунок 5 - Архитектура системы мониторинга, контроля и управления производством на основе технологии программного агента

Автоматизация получения данных для принятия решений в режиме реального времени на основании программного агента позволяет своевременно корректировать скорость производственной линии, использование рабочей силы и другие организационно-технологические показатели при возникновении отклонений в рабочих процессах и принимать эффективные меры для сохранения выхода продукции на заданном уровне.

4. Экспериментальная проверка и апробация

В процессе внедрения или модернизации ИС важной задачей является оценка характеристик производительности системы, которые на практике могут иметь значительные различия в зависимости от архитектуры сети, количества клиентов, типа нагрузки и целого ряда других факторов. Переоценка вычислительных ресурсов приводит к лишним затратам, а их недооценка – к вынужденному пересмотру принятых решений и задержке сроков их реализации.

Вторая серия вычислительных экспериментов посвящена тестированию разработанной информационной системы (ИС) и приложений баз данных (БД) как готовых программно-аппаратных решений, оценке их производительности и работоспособности при различной конфигурации сети – двухуровневой и с промежуточным слоем (middleware) [3, 10 - 12].

Целью компьютерных измерений характеристик работоспособности и производительности СУБД является сравнительный анализ, а также выявление «узких»

мест при выполнении SQL-запросов, снижающих как общую, так и пиковую пропускную способность ИС. «Узкими» считаются компоненты ИС, снижающие ее производительность до критических значений (длительное время ожидания запроса, появление неустраняемой ошибки выполнения, зависание системы).

Чтобы исключить из выборки случайные факторы, применяются следующие правила статистической обработки данных:

- каждый тест прогоняется нечетное число раз (не меньше 3), крайние максимальное и минимальное значения измерений исключаются из выборки
- в качестве окончательного берется среднее геометрическое от нормализованных результатов всех тестов;
- не учитывается небольшое изменение измеряемой характеристики при неполной (20%) загруженности системы;
- при расчете среднего значения и стандартных отклонений игнорируются данные, когда в системе имели место неконтролируемые процессы (зацикливание, зависание);
- в расчет не берутся единичные скачки измеряемого показателя, для достоверности должно быть минимум два всплеска за рассматриваемый период.

В план вычислительного эксперимента включены следующие 2 категории тестов измерения характеристик быстродействия базовых функций СУБД:

- 1) измерение времени выполнения операции доступа к данным (select) в зависимости от числа клиентских запросов;
- 2) измерение времени выполнения операции модификации данных (update) с использованием транзакций в зависимости от числа клиентов.

Помимо установленной реляционной СУБД Oracle, сервер работал в качестве промежуточного слоя и выполнял функции файл-сервера с возможностью программного отключения любого из этих компонентов. В функции промежуточного слоя входило преобразование SQL и ISAM/VSAM запросов к нереляционным источникам информации и после обработки СУБД возвращение на сторону клиента результата либо кода ошибки.

Мощность нагружаемого сервера выбрана такой, чтобы обслуживать десятки одновременно работающих сессий без перегрузок его ресурсов и коллизий коммуникационного оборудования.

Для тестов использовалась копия БД реально работающего производства, так что не требовалось ее информационное наполнение. Тестовая БД содержала таблицы размером до 1,5 млн. записей и десятки полей, с построенными по ним индексами и связанные перекрестными ссылками в единую структуру.

Созданная тестовая конфигурация фактически эмулировала работу небольшой рабочей группы с централизованной БД. На начальном этапе серии экспериментов сделан анализ распределения нагрузки между узлами системы с целью определения узких мест в тестируемой архитектуре «клиент–сервер» (рисунок 6, а). По результатам

компонентных тестов построена диаграмма сравнительной оценки времени работы подсистем при различных конфигурациях (рисунок 6, б).

Диаграммы показывают, что основная часть ресурсов тратится на обработку запросов сервером и передачу данных по сети.

Рисунок 6 - Распределение нагрузки между компонентами архитектуры «клиент–сервер»

На рисунке 7 приведены результаты измерения производительности базовых операций доступа (рисунок 7, а) и модификации данных (рисунок 7, б) при различной конфигурации – двухуровневой и с промежуточным слоем. Корреляция измеренных значений с аппроксимирующей кривой ($R^2 = 1$) подтверждает достоверность результатов и корректность применения данного подхода к тестированию компонентов СУБД. При трехуровневой конфигурации с ростом нагрузки (одновременно

работающих сессий) падение производительности (увеличение времени отклика) носит линейный характер с коэффициентом меньше 1, что говорит об устойчивости работы в многопользовательской среде.

а) время доступа к данным (select)

б) время модификации данных (update)

Рисунок 7 - Сравнение производительности базовых операций СУБД

Анализ полученных результатов выявил возможность оптимизации системы за счет перераспределения нагрузки между сервером и клиентом при выполнении операций обработки и модификации данных в таблицах БД. Несмотря на то, что больше половины нагрузки приходится на сервер (рисунок 7, а), общая загруженность его ресурсов не превышает 65%.

Реализация промежуточного слоя позволила перенести часть нагрузки на сервер и тем самым уменьшить на 68% обмен по сети (одно из узких мест), а общее время работы сократить на 29% (рисунок 7, б). Кроме того, трехуровневая программно-

аппаратная конфигурация обладает хорошей масштабируемостью, высокой готовностью к увеличению нагрузки со стороны клиентов.

Измерение и отслеживание показателей загрузки, анализ производительности ИС позволяют прогнозировать масштабируемость БД и поведение системы в будущем, заранее планировать мероприятия и расходы по модернизации оборудования и ПО.

5. Заключение

1. Разработана структура автоматизированной системы мониторинга промышленного предприятия на основе разработанных теоретических подходов к построению многоуровневой системы мониторинга производственно – технологической и организационно – экономической деятельности промышленного предприятия.

2. Разработана информационно-аналитическая система, учитывающая конкретный характер для каждого типа производства, который предопределяет специальные требования к функциональным задачам системы управления производством (MES).

3. Разработанная MES мониторинга и контроля системы управления производством визуализирует и управляет состоянием автозавода в режиме реального времени, что связано с необходимостью высокоскоростной передачи сигналов и оперативных действий. Система также обеспечивает использование несколько различных протоколов на основной линии производства, которые реализуют различные возможности, различные форматы, различные частоты связи и различных структуры данных.

4. Разработанная система интегрирует гетерогенные программные средства для различных типов задач по заводскому планированию и производственным операциям, а также на операционном уровне интегрирует управление производственными заказами, мониторинг производственных процессов, управление качеством, управление обслуживанием, контроль материалов и другие.

Список информационных источников

- [1] Остроух А.В. Основы построения систем искусственного интеллекта для промышленных и строительных предприятий: монография / А.В. Остроух. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2008. – 280 с. – ISBN 978-5-94385-033-2.
- [2] Остроух А.В. Системы искусственного интеллекта в промышленности, робототехнике и транспортном комплексе: монография / А.В. Остроух - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2013. – 326 с. – ISBN 978-5-906314-10-9.
- [3] Остроух А.В. Рефакторинг баз данных. Автоматизация технологических процессов рефакторинга баз данных промышленных предприятий / А.В. Остроух, Д.А. Пшеничный, О.Б. Рогова. - Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. - 133 p. - ISBN 978-3-659-38753-1.

- [4] Остроух А.В. Автоматизация управления производством. Повышение эффективности автоматизированных аналитических систем предприятий автомобильной промышленности / А.В. Остроух, Э.А. Чернов, Нгуен Дык Тхань. - Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. - 285 p. - ISBN 978-3-659-34762-7.
- [5] Остроух А.В. Разработка информационно-аналитической системы мониторинга технологических процессов предприятия автомобильной промышленности / А.В. Остроух, Юань Тянь // В мире научных открытий. – Красноярск: «Научно-инновационный центр», 2013. - № 8.2 (44). – С. 191-205.
- [6] Остроух А.В., Тянь Юань Разработка системы мониторинга производственно-технологической деятельности промышленных предприятий Китая // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4). – С. 73-76.
- [7] Суркова Н.Е. Методы проектирования информационных систем / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. - М.: РосНОУ, 2004. - 144 с. - ISBN 5-89789-021-8.
- [8] Попов Д.И. Информационные технологии. Базы данных / Д.И. Попов, Е.Д. Попова. – М.: Изд-во МГУП. – 2009. – 212 с.
- [9] Помазанов А.В. Методика оптимизации баз данных / А.В. Остроух, А.В. Помазанов, А.И. Белоусова, А.О. Васильева // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». - 2012. - №12. - С.49-54.
- [10] Остроух А.В. Об одном походе к построению автоматизированной навигационной системы мониторинга и диспетчерского контроля и учета работы транспорта нефтедобывающих предприятий / А.В. Остроух, Д.Б. Ефименко, В.Н. Жучков // Инженер-нефтяник. – 2011. - №2. - С. 43-47.
- [11] Остроух А.В. Автоматизация и моделирование работы предприятий по строительству промышленных объектов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06: защищена 07.04.09: утв. 19.06.09. - М., 2009. - 357 с.
- [12] Остроух А.В. Автоматизация и моделирование работы предприятий по строительству промышленных объектов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. - М., 2009. - 43 с.
- [13] Остроух А.В. Ввод и обработка цифровой информации: учебник для нач. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с. - ISBN 978-5-7695-9457-1.
- [14] Остроух А.В., Тянь Юань. Современные методы и подходы к построению систем управления производственно-технологической деятельностью промышленных предприятий // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 1(3). – С. 29-31.
- [15] Остроух А.В. Интеграция компонентов системы мониторинга / А.В. Остроух, Юань Тянь // Молодой ученый. – Чита: ООО «Издательство Молодой ученый», 2013. - №10. - С. 182-185.
- [16] Остроух А.В., Николаев А.Б., Сальный А.Г., Кухаренко В.Н. Общие принципы построения SCADA-систем // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4). – С. 8-12.
- [17] Остроух А.В., Синха Бабу Раджа. Исследование информационных систем управления взаимоотношениями с поставщиками // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.1. – С. 56-62. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-10.
- [18] Tian Yuan, Ostroukh A.V. Monitoring environment condition of Chinese industrial enterprises // EUROPEAN JOURNAL OF NATURAL HISTORY. – 2013. – № 5 – С. 34-35.