



TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY



Дисциплина: «Системы оперативного управления
производствами и предприятиями»

Лекция № 2

Тема: «Функции SCADA, ERP, MES систем»

Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.ф-м.н., профессор П.А. Стрижак

E-mail: pavelspa@tpu.ru

Website: <http://hmtslab.tpu.ru>

Лаборатория моделирования процессов тепломассопереноса

Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

2020



Существующие в настоящее время SCADA-пакеты выполняют множество функций, которые можно разделить **на несколько групп**:

- настройка SCADA на конкретную задачу (т. е. разработка программной части системы автоматизации);
- диспетчерское управление;
- автоматическое управление;
- хранение истории процессов;
- выполнение функций безопасности;
- выполнение общесистемных функций.



Одной из основных функций SCADA является разработка человеко-машинного интерфейса, т.е. **SCADA одновременно является и ЧМИ, и инструментом для его создания**. Быстрота разработки существенно влияет на рентабельность фирмы, выполняющей работу по внедрению системы автоматизации, поэтому скорость разработки является основным показателем качества SCADA с точки зрения системного интегратора. В процесс разработки **входят следующие операции**:

- создание графического интерфейса (мнемосхем, графиков, таблиц, всплывающих окон, элементов для ввода команд оператора и т.д.);
- программирование и отладка алгоритмов работы системы автоматизации. Многие SCADA позволяют выполнять отладку системы как в режиме эмуляции оборудования, так и с подключенным оборудованием;
- настройка системы коммуникации (сетей, модемов, коммуникационные контроллеры и т.п.);
- создание баз данных и подключение к ним SCADA.



Как система диспетчерского управления, SCADA может выполнять следующие задачи:

- взаимодействие с оператором (выдача визуальной и слуховой информации, передача в систему команд оператора);
- помощь оператору в принятии решений (функции экспертной системы);
- автоматическая сигнализация об авариях и критических ситуациях;
- выдача информационных сообщений на пульт оператора;
- ведение журнала событий в системе;
- извлечение информации из архива и представление ее оператору в удобном для восприятия виде;
- подготовка отчетов (например, распечатка таблицы температур, графиков смены операторов, перечня действий оператора);
- учет наработки технологического оборудования.



Основная часть задач автоматического управления выполняется, как правило, с помощью ПЛК, **однако часть задач может возлагаться на SCADA**. Кроме того, в небольших системах управления ПЛК могут вообще отсутствовать и тогда компьютер с установленной SCADA является единственным средством управления. SCADA обычно выполняет **следующие задачи автоматического управления**:

- автоматическое регулирование;
- управление последовательностью операций в системе автоматизации;
- адаптация к изменению условий протекания технологического процесса;
- автоматическая блокировка исполнительных устройств при выполнении заранее заданных условий.



Знание предыстории управляемого процесса позволяет улучшить будущее поведение системы, проанализировать причины возникновения опасных ситуаций или брака продукции, выявить ошибки оператора. ***Для создания истории система выполняет следующие операции:***

- сбор данных и их обработка (цифровая фильтрация, интерполяция, сжатие, нормализация, масштабирование и т. д.);
- архивирование данных (действий оператора, собранных и обработанных данных, событий, алармов, графиков, экранных форм, файлов конфигурации, отчетов и т. п.);
- управление базами данных (реал. времени и архивных).



Применение SCADA *в системах удаленного доступа* через интернет резко **повысило уязвимость SCADA**. С одной стороны, существуют мощные управляющие подсистемы, которые обеспечивают оператору **полный контроль над производственными процессами**, в том числе в стратегических секторах экономики, где любые сбои опасны, а с другой стороны - оператором может стать постороннее лицо. Таким образом, для защиты информационных комплексов, содержащих SCADA-системы, требуется соблюдение **общих требований информационной безопасности**.



Пренебрежение этой проблемой может приводить, например, к отказу в работе сетей электроснабжения, жизнеобеспечения, связи, отказу морских маяков, дорожных светофоров, к заражению воды неочищенными стоками и т.п. Возможны и более тяжелые последствия с человеческими жертвами или большим экономическим ущербом. Для повышения безопасности SCADA используют следующие методы:

- **разграничение доступа** к системе между разными категориями пользователей (у сменного оператора, технолога, программиста и директора должны быть разные права доступа к информации и к модификации настроек системы);
- **защиту информации** (путем шифрования информации и обеспечения секретности протоколов связи);
- обеспечение **безопасности оператора** благодаря его отдалению от опасного управляемого процесса (дистанционное управление). Дистанционный контроль и дистанционное управление являются типовыми требованиями Ростехнадзора и выполняются по проводной сети, радиоканалу (через GSM- или радиомодем), через интернет и т.д.;
- специальные методы защиты **от кибер-атак**;
- применение **межсетевых экранов**.



Поскольку SCADA обычно является единственной программой для управления системой автоматизации, на нее могут возлагаться также некоторые общесистемные функции:

- **осуществление взаимодействий** между несколькими SCADA, между SCADA и другими программами (MS Office, базой данных, MATLAB и т.п.);
- **диагностика** аппаратуры, каналов связи и программного обеспечения.

В силу тех требований, которые предъявляются к системам SCADA, весь описанный выше спектр их функциональных возможностей определен и реализован практически во всех пакетах. Различаются SCADA системы в основном только техническими особенностями реализации.



Несмотря на множество функций, выполняемых SCADA, основным ее отличительным признаком является **наличие интерфейса с пользователем**. При отсутствии такого интерфейса перечисленные выше функции совпадают с функциями средств программирования контроллеров, а управление является автоматическим, в противоположность диспетчерскому.

Качество решений, принятых оператором (диспетчером), часто влияет не только на качество производимой продукции, но и на жизнь людей. Поэтому **комфорт рабочего места, понятность интерфейса, наличие подсказок и блокировка явных ошибок оператора являются** наиболее важными свойствами SCADA, а дальнейшее их развитие осуществляется в направлении улучшения эргономики и создания экспертных подсистем.



Международная ассоциация производителей систем управления производством MESA (Manufacturing Enterprise Solution Association) определила **11 основных функций MES-систем:**

1) RAS (англ. Resource Allocation and Status) – **контроль состояния и распределение ресурсов.** Управление ресурсами: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, обучением персонала, а также другими объектами, такими как документы, которые должны быть в наличии для начала производственной деятельности. Обеспечивает детальную историю ресурсов и гарантирует, что оборудование соответствующим образом подготовлено для работы. Контролирует состояние ресурсов в реальном времени. Управление ресурсами включает резервирование и диспетчеризацию, с целью достижения целей оперативного планирования.



2) ODS (англ. Operations/Detail Scheduling) – **оперативное детальное планирование**. Обеспечивает упорядочение производственных заданий, основанное на очередности, атрибутах, характеристиках и рецептах, связанных со спецификой изделий таких как: форма, цвет, последовательность операций и др. и технологией производства. Цель – составить производственное расписание с минимальными перенастройками оборудования и параллельной работой производственных мощностей для уменьшения времени получения готового продукта и времени простоя.



3) DPU (англ. Dispatching Production Units) – **диспетчеризация производства**. Управляет потоком единиц продукции в виде заданий, заказов, серий, партий и заказ-нарядов. Диспетчерская информация представляется в той последовательности, в которой работа должна быть выполнена, и изменяется в реальном времени по мере возникновения событий на цеховом уровне. Это дает возможность изменения заданного календарного плана на уровне производственных цехов. Включает функции устранения брака и переработки отходов, наряду с возможностью контроля трудозатрат в каждой точке процесса с буферизацией данных.



4) DOC (англ. Document Control) – **управление документами**. Контролирует содержание и прохождение документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, процедуры стандартных операций, программы обработки деталей, записи партий продукции, сообщения о технических изменениях, передачу информации от смены к смене, а также обеспечивает возможность вести плановую и отчётную цеховую документацию. Также включает инструкции по безопасности, контроль защиты окружающей среды, государственные и необходимые международные стандарты. Хранит историю прохождения и изменения документов.



5) DCA (англ. Data Collection/Acquisition) – **сбор и хранение данных**. Взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия. Функция обеспечивает интерфейс для получения данных и параметров технологических операций, которые используются в формах и документах, прикрепляемых к единице продукции. Данные могут быть получены с цехового уровня как вручную, так и автоматически от оборудования, в требуемом масштабе времени.



6) LM (англ. Labor Management) – **управление персоналом**. Обеспечивает получение информации о состоянии персонала и управление им в требуемом масштабе времени. Включает отчетность по присутствию и рабочему времени, отслеживание сертификации, возможность отслеживания непроизводственной деятельности, такой, как подготовка материалов или инструментальные работы, в качестве основы для учета затрат по видам деятельности (activity based costing, ABC). Возможно взаимодействие с функцией распределения ресурсов, для формирования оптимальных заданий.



7) QM (англ. Quality Management) – **управление качеством**. Обеспечивает анализ в реальном времени измеряемых показателей, полученных от производства, для гарантированно правильного управления качеством продукции и определения проблем, требующих вмешательства обслуживающего персонала. Данная функция формирует рекомендации по устранению проблем, определяет причины брака путём анализа взаимосвязи симптомов, действий персонала и результатов этих действий. Может также отслеживать выполнение процедур статистического управления процессом и статистического управления качеством продукции (SPC/SQC), а также управлять выполнением лабораторных исследований параметров продукции. Для этого в состав MES добавляются лабораторные информационно-управляющие системы (LIMS).



8) PM (англ. Process Management) – **управление производственными процессами.** Отслеживает производственный процесс, корректирует автоматически, либо обеспечивает поддержку принятия решений оператором для выполнения корректирующих действий и усовершенствования производственной деятельности. Эта деятельность может быть как внутриоперационной и направленной исключительно на отслеживаемые и управляемые машины и оборудование, так и межоперационной, отслеживающей ход процесса от одной операции к другой. Она может включать управление тревогами для обеспечения гарантированного уведомления персонала об изменениях в процессе, выходящих за приемлемые пределы устойчивости. Она обеспечивает взаимодействие между интеллектуальным оборудованием и MES, возможное благодаря функции сбора и хранения данных.



9) ММ (англ. Maintenance Management) – **управление техобслуживанием и ремонтом**. Отслеживает и управляет обслуживанием оборудования и инструментов. Обеспечивает их работоспособность. Обеспечивает планирование периодического и предупредительного ремонтов, ремонта по состоянию. Накапливает и хранит историю произошедших событий (отказы, уменьшение производительности и др.) для использования в диагностировании возникших и предупреждения возможных проблем.



10) PTG (англ. Product Tracking and Genealogy) – **отслеживание и генеалогия продукции**. Обеспечивает возможность получения информации о состоянии и местоположении заказа в каждый момент времени. Информация о состоянии может включать данные о том, кто выполняет задачу, компонентах, материалах и их поставщиках, номере лота, серийном номере, текущих условиях производства, а также любые тревоги, данные о повторной обработке и другие события, относящиеся к продукту. Функция отслеживания в реальном времени создает также архивную запись. Эта запись обеспечивает отслеживаемость компонентов и их использование в каждом конечном продукте.



11) PA (англ. Performance Analysis) – **анализ производительности**. Обеспечивает формирование отчетов о фактических результатах производственной деятельности, сравнение их с историческими данными и ожидаемым коммерческим результатом. Результаты производственной деятельности включают такие показатели, как коэффициент использования ресурсов, доступность ресурсов, время цикла для единицы продукции, соответствие плану и соответствие стандартам функционирования. Может включать статистический контроль качества процессов и продукции (SPC/SQC). Систематизирует информацию, полученную от разных функций, измеряющих производственные параметры. Эти результаты могут быть подготовлены в форме отчета или представлены в реальном времени в виде текущей оценки эксплуатационных показателей.



Основной инструмент при планировании бизнеса, позволяющий принимать решение – это отчетная документация. Именно она является основой работы ERP, которая в свою очередь должна предоставлять возможность анализировать данные отчетов с различных позиций. А потому эффективная ERP система должна обладать рядом следующих функций:

- **Обеспечение удобного документооборота.** Основным назначением ERP систем является обеспечение быстрого оформления документации (счета, накладные, отчеты, прайсы), а также последующих операций с ними (поиск, доступ, пересылка, редактирование).
- **Планирование.** Алгоритм системы, особенно для производства, должен позволять планировать платежи, поставки, работу склада, сезонные изменения, объемы продукции. Для каждой компании планирование производства носит индивидуальный характер и привязано к объемно-календарной стратегии.
- **Прозрачность информации.** Программа должна фиксировать все операции, стороны, объемы и даты их проведения, что сделает работу компании более прозрачной для анализа



- **Разграничение доступа для разных уровней.** Поскольку система охватывает очень большой объем информации о работе компании, большая часть которой должна оставаться закрытой для сотрудников нижних уровней, клиентов и партнеров, она должна позволять закрывать часть данных для пользователей с различным допуском.
- **Единая сеть данных.** Система ERP должна обеспечивать возможность отслеживать все процессы в отдельности (например, сделки) на всех уровнях от закупки сырья и производства, до оформления продажи и уплаты налога.
- **Кадровый учет.** Программа должна предусмотреть возможность контроля численности персонала, планирование графика выходов и отработанных часов, учет уровня квалификации сотрудников и составление графиков отпусков, прохождения курсов повышения квалификации. Также эффективная система планирования предусматривает возможность расчета зарплат и премий, с учетом формы оплаты труда.



- **Работа с поставщиками.** Функционал системы должен позволять хранить и обрабатывать базу поставщиков, отправлять запросы на наличие, планировать формирование заказов, высвобождение оборотных средств и оплату счетов, контролировать процесс доставки, а также вести отчетность по закупкам.
- **Работа с клиентами.** Система должна позволять вести полный учет данных по каждому клиенту, независимо от того сколько юридических лиц входит в структуру последнего. Это подразумевает не только возможность предоставления клиенту работать через собственный кабинет, но и хранение данных по совершенным сделкам, дебиторской задолженности, планированию поставок, обработке счетов, истории сотрудничества. Это позволяет изучать спрос и уровень прибыли, полученной от каждого клиента.
- **Сервисное обслуживание и ремонт.** Если речь идет о производстве, эта часть программы должна обеспечивать планирование технического осмотра оборудования, графика проведения планового ремонта, модернизации или замены оснащения предприятия. Для торговых предприятий в системе должна быть предусмотрена возможность учета сервисного обслуживания проданных товаров и ремонта по гарантийным обязательствам.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.ф-м.н., профессор П.А. Стрижак

E-mail: pavelspa@tpu.ru

Website: <http://hmtslab.tpu.ru>

*Лаборатория моделирования процессов тепломассопереноса
Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

