TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY

Дисциплина: «Системы оперативного управления производствами и предприятиями»

Лекция № 1

Тема: «Структура и состав SCADA, ERP и 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

Литература по курсу

Основная литература:

1. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие. –3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2013. – 655 с. (http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C270703)

2. Захаревич Ю.С. Конфигурирование и программирование микропроцессорных контроллеров / Ю.С. Захаревич, О.М. Руденко, П.А. Стрижак. Учебное пособие. Изд-во АлКом, Томск. 2017. (http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C363089)

Дополнительная литература:

1. Туровец О.Г. Организация производства и управление предприятием: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004.

2. Пьявченко Т. А. Проектирование АСУ ТП в SCADA-системе: учебное пособие / Т. А. Пьявченко. – Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2007.

3. Глушков Д.О. Микропроцессорные контроллеры и средства управления / Д.О. Глушков, П.А. Стрижак. Учебное пособие. Изд-во ТПУ. 2013.

4. Глушков Д.О. Микропроцессорные контроллеры. Часть 1. Программирование ПЛК / Д.О. Глушков, Ю.С. Захаревич, П.А. Стрижак. Учебное пособие. Изд-во ТПУ. 2015.

Программа дисциплины

Краткий план раздела 1:

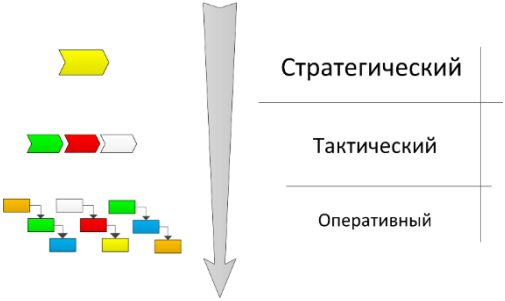
- ***Лекция № 1*** «Структура и состав SCADA, ERP и MES систем»;
- ***Лекция № 2*** «Функции SCADA, ERP и MES систем»;
- ***Лекция № 3*** «Разработка MES систем»;
- ***Лекция № 4*** «Примеры MES систем».

Краткий план раздела 2:

- ***Лекция № 5*** «Разработка ERP систем»;
- ***Лекция № 6*** «Примеры ERP систем»;
- ***Лекция № 7*** «Сквозное проектирование SCADA, ERP и MES систем»;
- ***Лекция № 8*** «Примеры комплексных SCADA, ERP и MES систем».

Уровни управления

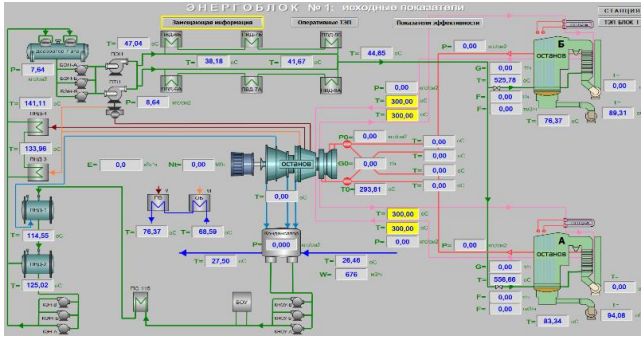
В классической теории управления выделяют ***три уровня управления: стратегический, тактический и оперативный***. Следуя названиям уровней, становится очевидным, что каждый из них предназначен для решения различных видов задач, отличающихся, в первую очередь, частотой обработки данных. Важно подчеркнуть, что ***применение средств автоматизации ведется по канонам указанных уровней***.



Системы автоматизации (BI, ERP, MES, АСУ ТП) и уровни управления можно соотнести. Системы вида BI (Business intelligence) и ERP определяют ***стратегический уровень*** управления, MES-системы задают ***тактический уровень***, а АСУ ТП (SCADA системы) – ***оперативный***. Представленную иерархию управления называют **комплексной (корпоративной) информационной системой (КИС) предприятия**.

Уровни управления

Первый уровень иерархии SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системы – представляет комплекс технических и программных средств, предназначенный ***для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях***. Это различные автоматизированные системы учёта и управления (АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом, АСУ Э – автоматизированная система управления электроснабжением, АСКУЭ – автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов). Их задача – сбор и первичная обработка данных о техпроцессах и ресурсах, а также обеспечение диспетчерского контроля и управления оборудованием.

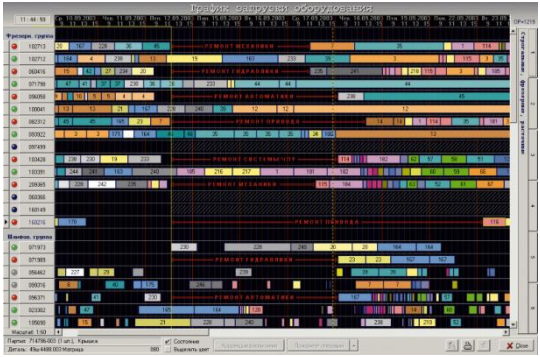


Пример графического пользовательского интерфейса SCADA-системы

Уровни управления

Второй уровень – производственные исполнительные системы, или системы управления производственными процессами (MES – manufacturing execution system). Их предназначение – решение задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции. Также к этим системам относят программное обеспечение для планирования ремонтных работ, поддержания складского резерва запасных частей и управления персоналом, выполняющим сервисное обслуживание.

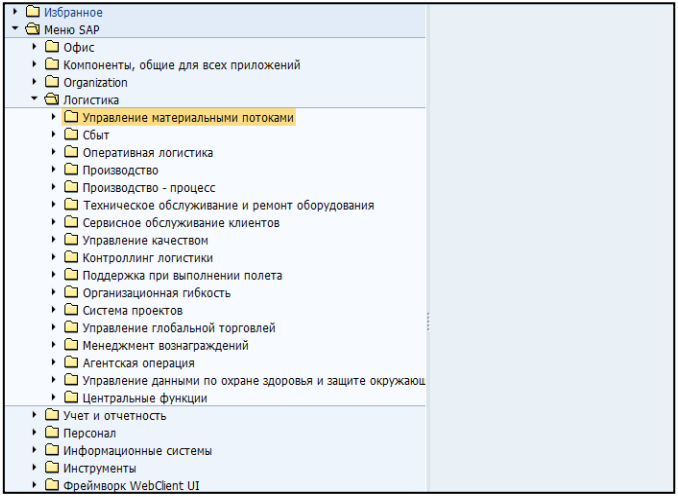
MES-уровень задает автоматизированную систему управления производственной деятельностью предприятия, позволяющую в режиме реального времени ***планировать, оптимизировать, контролировать и документировать производственные процессы*** от формирования заказа до выпуска готовой продукции. Выделяют такие ***функции MES-систем***, как *контроль состояния и распределения ресурсов, оперативное/детальное планирование, диспетчеризация производства, управление качеством продукции, производственными процессами, техобслуживанием и ремонтом оборудования, а также анализ производительности*.



Графический пользовательский интерфейс MES-системы Zenith SPPS

Уровни управления

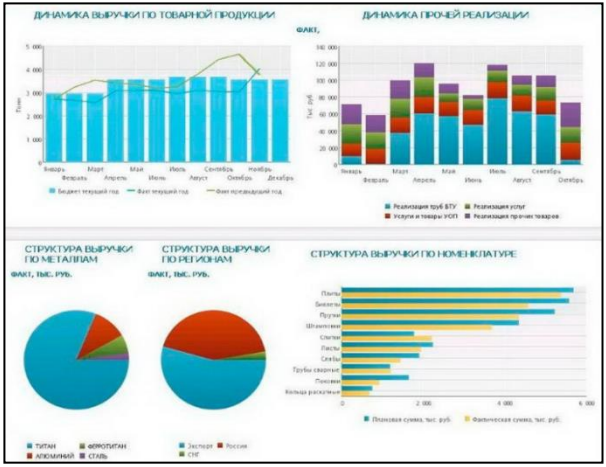
Третий уровень – системы управления ресурсами предприятия (ERP – enterprise resource planning). Системы данного уровня выполняют ***управление финансовыми ресурсами предприятия, отслеживают запасы материалов, управляют трудовыми ресурсами компании***. Также они предназначены для поддержки *среднесрочного и стратегического планирования деятельности предприятия*.



Пользовательский интерфейс ERP-системы SAP ECC

Уровни управления

Уровень ERP-систем позволяет реализовать стратегию интеграции логистических (закупки, производство, сбыт), финансовых (дебиторы, кредиторы, банки) и кадровых функций компании, ориентированную на оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного программного обеспечения. ERP-системы в большинстве своем ведут обработку транзакционных данных и относятся к классу систем OLTP (OnLine Transactional Processing). Аналитическая обработка транзакционных данных, собранных средствами ERP-систем, ведется на уровне OLAP (OnLine Analytical Processing), с использованием автоматизированных BI-систем (Business Intelligence).



Пример пользовательского интерфейса BI-системы Cognos

Уровни управления

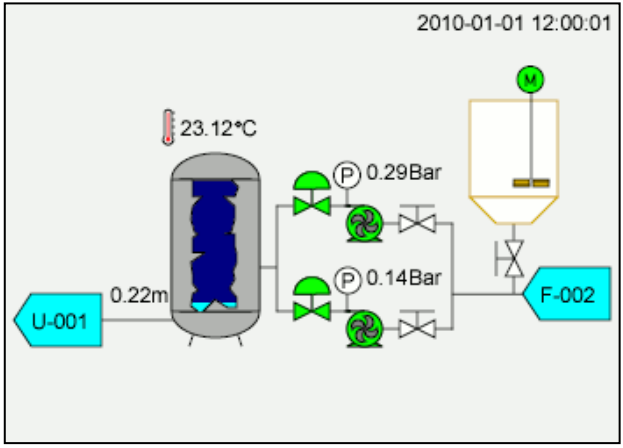
Совместное использование указанных уровней автоматизации формирует единую информационную среду предприятия.

Таблица 1. Характеристики систем автоматизации

Система автоматизации	Горизонт планирования	Частота обработки	Автоматизируемые процессы	Особенности планирования
BI (OLAP)	–	Ежедневно	Получение аналитической отчетности	–
ERP (OLTP)	Квартал, месяц, неделя	Ежедневное/еженедельное планирование	Административно-хозяйственные процессы	Стратегическое планирование, включая объемное планирование производства с возможностью фиксации выходных результатов
MES	Неделя, смена, час	Планирование в режиме реального времени	Производственные процессы	Оперативное планирование производства с учетом различных производственных ситуаций
АСУ ТП (SCADA)	–	Режим работы в реальном времени	Процесс обработки технологической информации	–

Современные SCADA системы

SCADA (*supervisory control and data acquisition, диспетчерское управление и сбор данных*) – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы ***в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления***.



Пример SCADA системы

Назначение и задачи SCADA-систем

SCADA-системы предназначены для осуществления мониторинга и диспетчерского контроля ***в реальном времени большого числа удаленных объектов*** (от 1 до 10000 , иногда на расстоянии в тысячи километров друг от друга) или одного территориально распределенного объекта. К таким объектам относятся нефтепроводы, газопроводы, водопроводы, электрораспределительные подстанции, водозаборы, дизель-генераторные пункты и т.д.

SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать автоматическое управление технологическими процессами **в режиме реального времени**.

Главная задача SCADA-систем – это сбор информации о множестве удаленных объектов, поступающей с пунктов контроля, и отображение этой информации в едином диспетчерском центре. Также, SCADA-система должна обеспечивать долгосрочное архивирование полученных данных. Диспетчер зачастую обладает возможностью не только пассивно наблюдать за объектом, но и управлять им, реагируя на различные ситуации. *Большую часть времени SCADA-система автоматически управляет процессом. Диспетчер наблюдает за ходом процесса. Вмешательство человека требуется в случае настройки параметров, при переходе на другой режим, при возникновении алармов (сообщений: тревожных, технологических, информационных) или других нештатных ситуаций.*

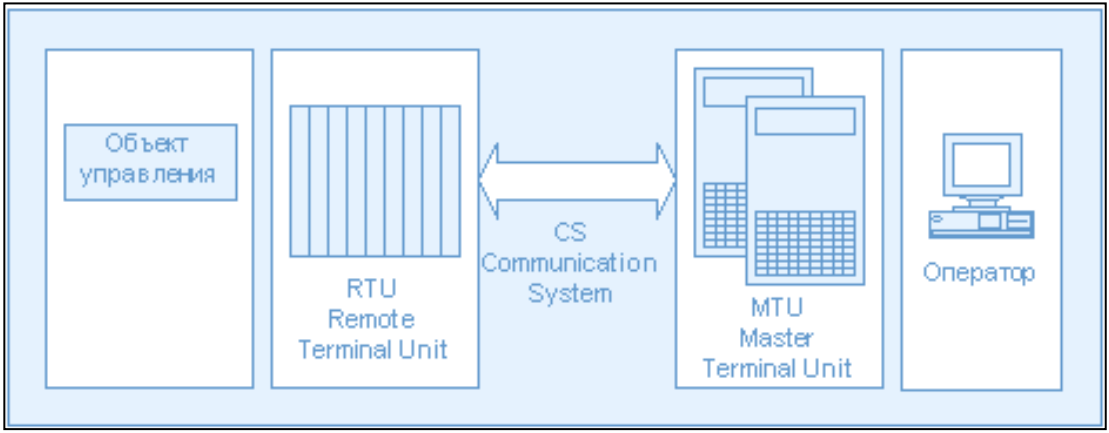
Основные задачи, решаемые SCADA-системами

- Обмен данными с УСО «устройствами связи с объектом», (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы.
- Обработка информации в реальном времени.
- Логическое управление.
- Отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме.
- Ведение базы данных реального времени с технологич. информацией.
- Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.
- Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.
- Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA-станциями (компьютерами).
- Обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.). В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES.

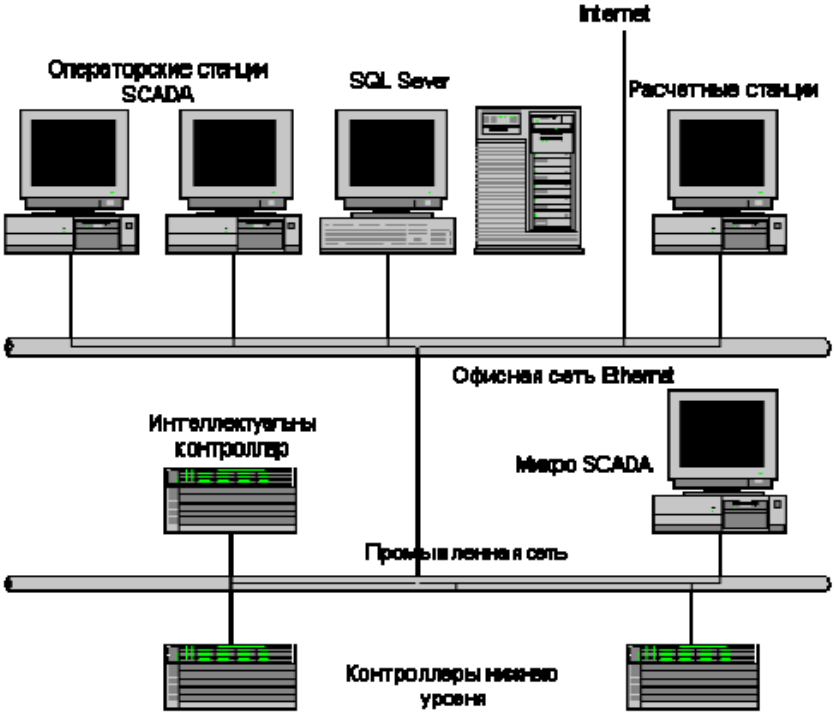
Укрупненная структура SCADA-систем

Все современные SCADA-системы включают три основных структурных компонента:

1) удалённый терминал (RTU – Remote Terminal Unit),
2) диспетчерский пункт управления (MTU – Master Terminal Unit)
3) коммуникационную систему (CS – Communication System).



Более общая структура SCADA-систем



Более общая структура SCADA-систем

Нижний уровень (уровень RTU) – уровень объекта (контроллерный) - включает различные датчики для сбора информации о ходе технологического процесса, электроприводы и исполнительные механизмы для реализации регулирующих и управляющих воздействий.

Верхний уровень (диспетчерский пункт (ДП) – MTU) - включает, прежде всего, одну или несколько станций управления, представляющих автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера/оператора. Здесь же может быть размещен сервер базы данных, рабочие места (компьютеры) для специалистов и т. д. Станции управления предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления. Эти задачи и призваны решать SCADA-системы.

Коммуникационная система (каналы связи – CS), необходима для передачи данных с удаленных точек (объектов, терминалов) на центральный интерфейс оператора- диспетчера и передачи сигналов управления на терминалы.

Особенности SCADA как процесса управления

- SCADA применяется системах, в которых обязательно наличие человека (оператора, диспетчера);
- процесс SCADA был разработан для систем, в которых любое неправильное воздействие может привести к отказу (потере) объекта управления или даже катастрофическим последствиям;
- оператор несет, как правило, общую ответственность за управление системой, которая, при нормальных условиях, только изредка требует подстройки параметров для достижения оптимальной производительности;
- активное участие оператора в процессе управления происходит нечасто и в непредсказуемые моменты времени, обычно в случае наступления критических событий (отказы, нештатные ситуации и пр.);
- действия оператора в критических ситуациях могут быть жестко ограничены по времени (несколькими минутами или даже секундами).

Основные компоненты SCADA (состав)

SCADA–система обычно содержит следующие подсистемы:

- ***Драйверы или серверы ввода-вывода*** – программы, обеспечивающие связь SCADA с промышленными контроллерами, счётчиками, АЦП и другими устройствами ввода-вывода информации.

- ***Система реального времени*** – программа, обеспечивающая обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов.

- ***Человеко-машинный интерфейс (HMI, англ. Human Machine Interface)*** – инструмент, который представляет данные о ходе процесса человеку оператору, что позволяет контролировать процесс и управлять им. Программа-редактор для разработки.

- ***Система логического управления*** – программа, обеспечивающая исполнение пользовательских программ (скриптов) логического управления в SCADA-системе. Набор редакторов для их разработки.

Основные компоненты SCADA (состав)

- ***База данных реального времени*** – программа, обеспечивающая сохранение истории процесса в режиме реального времени.

- ***Система управления тревогами*** – программа, обеспечивающая автоматический контроль технологических событий, отнесение их к категории нормальных, предупреждающих или аварийных, а также обработку событий оператором или компьютером.

- ***Генератор отчетов*** – программа, обеспечивающая создание пользовательских отчетов о технологических событиях. Набор редакторов для их разработки.

- ***Внешние интерфейсы*** – стандартные интерфейсы обмена данными между SCADA и другими приложениями. Обычно OPC, DDE, ODBC, DLL и т.д.

MES Системы

MES (Manufacturing Execution System) – исполнительная система производства. Системы такого класса решают задачи синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства.

Существует несколько формулировок определения MES-систем:

1. **MES** — информационная и коммуникационная система производственной среды предприятия (определение APICS).
2. **MES** — автоматизированная система управления и оптимизации производственной деятельности, которая в режиме реального времени: инициирует; — отслеживает; — оптимизирует; — документирует производственные процессы от начала выполнения заказа до выпуска готовой продукции (определение MESA International).

MES Системы

3. **MES** — интегрированная информационно-вычислительная система, объединяющая инструменты и методы управления производством в реальном времени (определение Michael'a McClellan'a, автора книги «Применение MES-систем»).

4. **MES** (от англ. manufacturing execution system, система управления производственными процессами) – специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. MES-системы относятся к классу систем управления уровня цеха, но могут использоваться и для интегрированного управления производством на предприятии в целом.

MES Системы

MES-системы относят к классу ***общепромышленных систем управления*** дискретными и непрерывными производствами в масштабе самостоятельного подразделения – крупного цеха или завода в составе фирмы (корпорации). Ввиду наличия функций сбора информации и управления у MES-систем эти системы именуют информационно-управляющими системами (ИУС), интегрированными системами управления (ИСУ), информационными системами управления предприятием (ИСУП), информационными системами производства (ИСП) и др.

За счет получения производственной информации в реальном масштабе времени и возможностей мгновенной реакции на отклонения результатов производства от плановых показателей, MES-системы позволяют ***оптимизировать производственный процесс***. Поскольку MES-системы обрабатывают всю производственную информацию, включая расчет экономических показателей вплоть до расчета себестоимости продукции, MES-системы связаны с ERP-системами. Функции MES-систем могут быть также интегрированы с другими системами управления предприятием (SCM, CRM, SCADA и др).

Стандарты MES

Международная ассоциация производителей и пользователей систем управления производством (MESA International) определила в 1994 году модель MESA-11, а в 2004 году модель c-MES, которые дополняют модели и стандарты управления производством и производственной деятельностью:

- **Стандарт ISA-95**, Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом, который определяет единый интерфейс взаимодействия уровней управления производством и компанией и рабочие процессы производственной деятельности отдельного предприятия.
- **Стандарт ISA-88**, Управление периодическим производством, который определяет технологии управления периодическим производством, иерархию рецептур, производственные данные.

Стандарты MES

- **Сообщество Открытых Приложений** (Open Applications Group, OAG): некоммерческое промышленное сообщество, имеющее своей целью продвижение концепции функциональной совместимости между бизнес-приложениями и разработку стандартов бизнес-языков для достижения указанной цели.
- **Модель процессов цепочки поставок** (Supply-Chain Operations Reference, SCOR): референтная модель для управления процессами цепочки поставок, связывающая деятельность поставщика и заказчика. Модель SCOR описывает бизнес-процессы для всех фаз выполнения требований заказчика. Раздел SCOR <Изготовление> посвящён, в основном, производству.

Основные задачи MES систем

- Активация производственных мощностей на основе детального пооперационного планирования производства.
- Отслеживание производственных мощностей.
- Сбор информации, связанной с производством, от: систем автоматизации производственного процесса, датчиков, оборудования, персонала, программных систем.
- Отслеживание и контроль параметров качества.
- Обеспечение персонала и оборудования информацией, необходимой для начала процесса производства.
- Установление связей между персоналом и оборудованием в рамках производства.
- Установление связей между производством и поставщиками, потребителями, инженерным отделом, отделом продаж и менеджментом.

Основные задачи MES систем

- Реагирование на:
  - Требования по номенклатуре производства,
  - Изменение компонентов, сырья и полуфабрикатов, применяемых в процессе производства,
  - Изменение спецификации продуктов,
  - Доступность персонала и производственных мощностей.
- Гарантирование соответствия применимым юридическим актам, например нормам Food and Drug Administration (FDA) США.
- Соответствие вышеперечисленным индустриальным стандартам.

Основные задачи MES систем

В самом обобщенном понимании MES-система:

- инициирует производственный процесс;
- следит за тем, как он проходит в реальном времени;
- реагирует на изменяющуюся в производстве ситуацию;
- составляет отчеты о производственных процессах по мере их протекания в реальном времени;
- обменивается информацией о цеховых процессах с другими инженерными и бизнес-подразделениями предприятия.

Системы управления предприятием ERP-системы

В современном понимании ***ERP система (Enterprise Resource Planning)*** представляет интегрированную информационную систему управления предприятием. *Она обеспечивает автоматизацию планирования, учета, контроля и анализа всех процессов*. В основе работы ERP системы лежит управление единым хранилищем данных, которое содержит *всю необходимую корпоративную информацию: финансовую, производственную, кадровую, информацию по запасам и пр.*

Благодаря централизованному сбору информации на всех этапах функционирования предприятия возможно существенно оптимизировать производственные ресурсы.

ERP система состоит из набора различных программных модулей, обеспечивающих поддержку автоматизации предметных областей деятельности. Каждый модуль ERP системы ориентирован на решение определенной группы задач: планирование производства, управление закупками, контроль запасов, управление персоналом, маркетинг, управление сбытом и пр. Современные ERP системы могут быть внедрены практически на любом предприятии, любой сферы деятельности и любого масштаба.

Структура ERP-системы

Строение систем ERP основано на модульном принципе, что позволяет охватить все значимые хозяйственные и управленческие процессы на предприятии. Каждый подраздел отвечает за сбор данных в своей области и в дальнейшем включается в общую базу.

По составу применяемых модулей, структуру ERP системы можно разделить на две составляющие: базовые элементы и расширенные элементы.

К **базовым элементам** относятся все функции системы, которые осуществляют управление производством: укрупненное и детальное планирование мощностей, разработка основного плана производства, планирование потребности в материалах, обработка спецификаций изделий, маршрутизация производства, управление закупками и запасами. Эти элементы могут быть реализованы в одном или нескольких модулях ERP системы (в зависимости от разработчика).

К **расширенным элементам** относятся все функции, которые обеспечивают работу производства. Как правило, эти элементы реализованы в виде отдельных модулей.

Основные элементы и функции ERP систем

Основные элементы и функции ERP систем

- ***Управление финансами***. Этот элемент ERP системы позволяет вести главную книгу, управлять расчетами с дебиторами и кредиторами, выполнять учет основных средств, осуществлять управление наличными средствами, планирование финансовой деятельности, вести финансовую отчетность и бухгалтерский учет и др.
- ***Управление человеческими ресурсами***. Он позволяет осуществлять кадровый учет, выполнять расчет заработной платы, вести учет рабочего времени, графики работы, планировать кадровый состав, управлять мотивацией персонала.
- ***Управление цепочками поставок***. Этот элемент является одним из ключевых в ERP системе. Он позволяет прогнозировать спрос, планировать и управлять логистикой как внутри предприятия (складская и производственная логистика), так и вне его (логистика внешних поставок и сбыта готовых изделий), управлять закупками и поставщиками.

Основные элементы и функции ERP систем

- ***Управление взаимосвязью с Заказчиками***. Их функциональность во многом зависит от производителя, но основные действия включают в себя управление продажами, учет взаимодействия с клиентами, управление маркетингом.
- ***Управление жизненным циклом изделия***. Он позволяет управлять жизненным циклом изделия от его разработки, до утилизации. Модули ERP системы дают возможность управлять данными о продукте, контролировать проектирование, управлять жизненным циклом оборудования, управлять потребностями клиентов.
- ***Управление продажами и сбытом***. Этот модуль ERP системы позволяет планировать и управлять каналами сбыта, управлять заказами, управлять ценообразованием, осуществлять управление транспортом.

Основные элементы и функции ERP систем

В зависимости от производителя ERP системы, состав элементов и модулей может изменяться. Например, некоторые производители предлагают модули управления качеством, модули управления проектами, модули управления окружающей средой и пр. Современные ERP системы позволяют внедрять как полный функционал, так и отдельные модули.

Схема ERP-системы основана на движении документов по перечисленным модулям. Изначально первичные документы попадают для обработки в качестве сырых данных в общую базу. После последовательного преодоления всех производственных этапов они *преобразуются в следующий вид*:

- аналитические отчеты;
- графики и схемы;
- бухгалтерская финансовая отчетность;
- прогнозы и планы на будущий год.

Строение IT-системы планирования ресурсов предприятия

Являясь сложным программным обеспечением, ERP система **состоит из следующих элементов:**

- **Платформа** – основная среда (ядро), обеспечивающая работу компонентов программы, а также базовый функционал (справочная информация, функции) компании. Это основа системы, без которой ее работа невозможна.
- **Инструменты управления данными** – сюда входит хранилище на сервере, программы для обработки информации и передачи их для работы модулей.
- **Подключаемые модули** – независимые друг от друга программы, которые подключаются к платформе и используют в своей работе основные базы данных. Именно наличие независимых модулей, которые могут отключаться и подключаться без нарушения работы всего комплекса, отличает ERP системы от других видов программного обеспечения, используемого при автоматизации бизнес процессов.

Строение IT-системы планирования ресурсов предприятия

Модули, подключаемые к основной платформе системы планирования ресурсов производства, условно делятся на три группы:

- **Внутренние** – программы, используемые внутри предприятия, доступ к которым имеют сотрудники.
- **Внешние** – программы, к которым имеют доступ клиенты и партнеры (например, личный кабинет дропшиппер посредника).
- **Коннекторы** – программы для подключения с другими программными продуктами, не являющимися частью системы ERP, но используемые компанией в своей деятельности. Они выполняют обмен данными.

Строение IT-системы планирования ресурсов предприятия

Применение полноценной ERP системы дает организации следующие преимущества:

- ***контроль процессов***. ERP системы дают возможность осуществлять контроль над всеми важными процессами организации. Контроль может быть построен по иерархической системе: от оперативного уровня, до уровня стратегического управления.
- ***синхронизация процессов***. Все процессы организации могут быть организованы в виде последовательного и взаимосвязанного потока работ, передаваемого от подразделения к подразделению. За счет применения ERP системы потоки работ могут быть синхронизированы. Это гарантирует эффективное выполнение процессов, замкнутых на отдельных подразделениях, но влияющих на общие для нескольких подразделений процессы.
- ***расширение управленческих функций***. Большинство ERP систем позволяют применять модули управления корпоративными знаниями. Это дает возможность организации существенно расширить управленческие функции за счет создания корпоративной базы знаний.

Строение IT-системы планирования ресурсов предприятия

Применение полноценной ERP системы дает организации следующие преимущества:

- ***интеграция с поставщиками/клиентами***. Многие современные ERP системы позволяют поставщикам/клиентам выполнять часть функций организации (формирование и отслеживание заказа, контроль запасов и их пополнение и пр.).
- ***адаптация***. В ERP системах существуют различные модули, которые могут работать как в привязке к базовым функциям, так и отдельно от них. Состав решаемых задач в каждом модуле настраивается под потребности организации.
- ***централизация данных***. Принцип работы ERP системы подразумевает создание единой базы данных, в которой хранится вся управленческая информация. Данные хранятся централизованно, что обеспечивает быстрый доступ к необходимой информации, надежную защиту и архивирование.

Строение IT-системы планирования ресурсов предприятия

Применение полноценной ERP системы дает организации следующие преимущества:

- ***защита данных***. Для каждой группы пользователей в ERP системе могут быть созданы свои политики безопасности, что обеспечивает более надежную защиту данных. Работа каждого пользователя может быть проконтролирована. Все операции и действия, выполненные пользователем, могут контролироваться за счет средств ERP системы.
- ***улучшение взаимодействия***. ERP системы обеспечивают «прозрачность» результатов работы каждого из подразделений. Это дает возможность наладить горизонтальные связи между подразделениями и улучшить их взаимодействие.

Строение IT-системы планирования ресурсов предприятия

Применение полноценной ERP системы дает организации следующие преимущества:

- ***интеграция с низкоуровневыми системами управления***. За счет применения API интерфейса, ERP системы обеспечивают связь с низкоуровневыми системами управления (станками, производственными комплексами и другим оборудованием).
- ***контроль взаимосвязанных видов деятельности***. За счет наличия различных модулей, ERP системы облегчают отслеживание заказов, запасов, выручки, продаж и всех смежных видов деятельности.
- ***масштабирование***. Для больших компаний, имеющих распределенную структуру и территориально удаленные подразделения, ERP системы позволяют масштабировать решения. Это дает возможность территориально удаленным подразделениям иметь единую систему управления.

TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY

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