

MES – ключевой элемент единой информационной системы управления предприятием

**А.Д. Павлюченко, В.В. Глухов (ООО "ПЛКСистемы"),
А.Г. Черняков, И.С. Маляренко (Компания "АНД Проджект")**

Указывается значение MES для современных промышленных производств, и рассматриваются вопросы построения интегрированной системы управления предприятием, объединяющей подсистемы автоматизации всех уровней.

Введение

Современные системы автоматизации производства используют множество аббревиатур, и конечным пользователям становится с каждым годом все тяжелее разобраться в обилии предлагаемых решений. Неизменным при этом остается разделение на уровни, среди которых принято выделять так называемые верхний и нижний. Интуитивно такое разделение понятно – наверх выносятся системы, оперирующие "высокими" материями (например финансовые потоки), в нижней же части располагаются системы управления непосредственно ТП. Эти системы оперируют уже совсем другими показателями, например, характеристика изменения температуры или динамика закрытия/открытия вентиля и т.п. Но, если в вопросе иерархии разногласий обычно не возникает, то по части важности указанных систем для предприятия, а значит и приоритетности их финансирования, согласие, наверное, никогда не будет достигнуто. Разработчики ERP-систем утверждают, что без них получение прибыли в современном мире невозможно в принципе, а специалисты по АСУТП, в свою очередь, совершенно справедливо указывают на необходимость решения конкретных проблем производства продукции как основы, ради чего любое промышленное предприятие собственно и создавалось. Разбирать вопросы приоритетности уровней промышленной автоматизации – занятие неблагодарное, тем более, что однозначного ответа здесь не существует и все зависит от очень многих показателей, включая как специфику конкретного производства, так и такие "экзотические" показатели, как, например социальная и геополитическая составляющие. В этой статье речь пойдет о прослойке между указанными уровнями, которую в современной терминологии принято называть уровнем MES (Manufacturing Execution System) или уровнем оперативного управления производством.

MES – стратегическое направление развития систем автоматизации отечественной промышленности

В последнее время специализированные издания по информационным технологиям "пестрят" аббревиатурой MES. Если не принимать во внимание конъюнктурные соображения, то причина этого явления на наш взгляд в следующем.

Во-первых, опыт внедрения ERP-систем показал, что в большинстве случаев системы этого класса "не дотягиваются" непосредственно до производственных процессов, а если это и происходит, то горизонт планирования не опускается ниже месячных периодов. Для современных динамичных производств это явно недостаточно.

Во-вторых, источником информации о состоянии производства в ERP-системах служит документ. А человек так устроен, что в принципе не заинтересован в передаче вышестоящему руководству достоверной информации. В результате внедрение ERP-системы не делает производство более "прозрачным" для руководителей и собственников предприятий.

В-третьих, АСУТП, АСКУЭ и другие реальные источники достоверной информации о состоянии производства дают слишком "сырую" для ERP информацию.

Рассуждая об экономической составляющей, а если быть точнее, о глобальной цели, преследуемой при внедрении MES, можно говорить о создании прозрачной модели всего производства. Это означает оптимизацию большей части расходных показателей, которые, по уже указанным причинам, до сих пор не могли контролироваться в системах другого класса. Следует обратить внимание, что здесь имеется в виду не только учет расходов сырья, энергоресурсов и других источников (в итоге финансовых) затрат, но и реальный контроль за этими источниками, а также оптимизация собственно процессов производства.

Однако перед переходом от теории к практике следует спуститься с небес на землю и обратить внимание на определенную специфику отечественных предприятий. Для этого определим заинтересованность различных категорий работников в прозрачности того производства, к которому они имеют непосредственное отношение.

- *Операторы технологических установок.* Если производство прозрачно, то в любой момент можно будет выделить его слабые участки, за образование которых несут ответственность люди, которые, на основе имеющейся у них с уровня MES информации о необходимых действиях, не предприняли их (или предприняли слишком поздно). По собственному опыту можем сказать об имеющих место на производствах "случайностях", когда у компьютеров "неожиданно" портится система или просто пропадают какие-то данные.

- *Руководители участков производства* находятся в такой же ситуации, как и их подчиненные – оценка труда руководителей участков может сильно зависеть от информации из MES.

- *Руководители уровня предприятия.* Теоретически – это "двигатели" MES-решений. Однако ни для кого не секрет, что и на этом уровне иной руководитель не заинтересован в прозрачности его деятельности.

- *Владельцы бизнеса.* Казалось бы, вот она, непосредственная категория людей, кровно заинтересованная в прозрачности производства, однако и здесь не все гладко. У многих владельцев в наших условиях нет планов относительно долгосрочного использования данного ресурса, то есть на момент продажи предприятия с реально функционирующей MES-системой могут всплыть факты, негативно отражающиеся на запланированной от сделки прибыли.

Но все-таки, несмотря на указанные проблемы, попытки ликвидации пробела между АСУТП и ERP предпринимаются в нашей стране регулярно. Работники ИТ служб предприятий создают "самописные" системы, реализующие те или иные функции MES. Кроме того, некоторые ИТ компании, внедряющие ERP, часто "дописывают" некоторые функции, позволяющие как-то ликвидировать "ущербность" ERP в этой области. Возможно эти попытки и снижают остроту проблемы, но не решают ее полностью. Системы класса MES – это самостоятельный класс информационных систем со своими специфическими стандартами, традициями, "брендами". И стратегически мыслящие руководители ИТ служб должны сделать из этого факта правильные выводы.

Основные задачи MES

Кратко остановимся на основных задачах уровня MES и способах их решения. Под MES-системой обычно понимается интегрированная компьютерная система, функционирующая в режиме РВ (в масштабе, необходимом для текущего контроля хода выполнения производственных заказов) и включающая набор технологий, используемых для решения задачи оптимизации процессов производства продукции. Для многих практических приложений к базовым функциям MES-систем относятся: текущий контроль производственных процессов; отслеживание истории выполнения производственных заказов; оперативное планирование и перепланирование производства; генерация разнообразных отчетов по выпуску продукции.

Кроме того, для большинства предприятий очень важной характеристикой MES-систем является то, что они являются связующим звеном между уровнем планирования ресурсов предприятия (ERP) и уровнем управления ТП. Это вовсе не означает, что MES-системы занимаются простой трансляцией данных между ERP и АСУТП. Разрозненные данные не обладают большой ценностью сами по себе. Только когда эти данные структурированы, и связи между ними четко определены, тогда они становятся информацией, и их цен-

ность при этом значительно увеличивается. Важно также, чтобы необходимая информация поступала вовремя к пользователям, принимающим решения.

В качестве примера рассмотрим стандартную задачу интеграции ERP и АСУТП. Типовые цели внедрения ERP: управление финансами предприятия, долгосрочное планирование потребностей в материалах, управление складскими запасами, формирование долгосрочного плана продаж и производства. Внедрение АСУТП, в свою очередь, преследует совсем другие цели, связанные исключительно с вверенным ей участком производства, например: непосредственное управление ТП на отдельном участке; сбор, предварительная обработка и визуализация параметров ТП; фиксирование внештатных ситуаций и оперативное оповещение о них. По опыту известно, что простое извлечение данных из одной системы и применение этих данных в другой – фактически невозможно. Например, после получения месячного плана производства с уровня ERP его необходимо детализировать, передавая в итоге уровню АСУТП только время старта той или иной операции, а данные от системы управления конкретным ТП бессмысленно передавать на верхний уровень без привязки их к информации о ходе выполнения производственного процесса в целом. В итоге обозначились важные проблемы, которые не решаются силами ни верхнего, ни нижнего уровней.

Таким образом, используемая на предприятии MES-система должна максимально оперативно поставлять потребителям не просто набор разрозненных данных, а понятную и удобную для использования информацию о производственных процессах.

Предложения от Invensys Wonderware в области MES

Компания Wonderware начала свою деятельность в 1987 г. с разработки InTouch – и по настоящее время самого популярного в мире программного инструментария для создания АСУТП производств различного типа. В дальнейшем стратегическим направлением Wonderware стало создание комплекса программных продуктов, позволяющих автоматизировать различные уровни производственного процесса, и в 1997 г. был выпущен FactorySuite, являющийся первым интегрированным пакетом ПО для автоматизации производства. Кроме инструментария уровня АСУТП в состав FactorySuite вошли:

- *InTrack* – объектно-ориентированная система контроля производства. Применение InTrack сосредоточено в области отслеживания дискретных производственных процессов, повышения их эффективности, учета реальной загрузки оборудования и его обслуживания, контроля поступления и расходования материалов, полуфабрикатов и выпускаемых изделий. Приложения InTrack обслуживают широкий диапазон дискретных производственных процессов, включая производство автомобилей и комплектующих к ним, медицинских устройств, электроники,

продуктов питания и напитков, а также металлургию, производства специальных материалов и т.д.;

- *InBatch* – гибкая и масштабируемая программа, разработанная на основе международного стандарта S88 для периодических производств, специально для моделирования и автоматизации процессов дозирования и смешивания. С помощью InBatch пользователи в нефтеперерабатывающей, химической и фармацевтической промышленности смогли управлять реальным процессом производства, моделировать свои процессы, создавать рецепты, имитировать исполнение рецептов, сопоставляя их с моделью и т.п.;

- *IndustrialSQL Server* – реляционная БД РВ, предназначенная для хранения производственных данных. Сервер IndustrialSQL сочетает высокую скорость записи информации с возможностью извлечения данных стандартными средствами (SQL), а также осуществлять компрессию записываемых данных в масштабе РВ. Все это с возможностью его интеграции в существующие информационные системы позволило строить на базе IndustrialSQL Server решения в масштабе всего предприятия.

Позже появились: ActiveFactory – клиентские приложения для обработки информации из БД IndustrialSQL Server, и QI Analyst – система статистического контроля ТП. Далее были выпущены: SuiteVoyager – средство построения информационного портала для доступа к производственной информации через Intranet/Internet, и DT Analyst – система контроля простоев оборудования и оптимизации эффективности его использования, которая дала возможность предприятиям существенно снизить издержки, позволяя заглянуть в суть проблем, которые приводят к простоям и неэффективной работе оборудования.

Наконец, корпорацией Invensys (в состав которой с 1998 г. входит Wonderware), была разработана ArcestrA – принципиально новая технология для решения задач сбора и обработки производственной информации, а также осуществления операторского управления.

Первым продуктом, полнофункционально реализованным на базе ArcestrA, стал Industrial Application Server (IAS) – сервер промышленных приложений (слово "сервер" не должно вводить в заблуждение, так как приложения, разворачиваемые на базе IAS, могут быть распределены по различным узлам). С некоторым приближением этот продукт можно назвать ОС для задач промышленной автоматизации. Использование IAS в качестве основы для построения MES имеет неоспоримые преимущества, так как на базе данного продукта легко объединяются различные источники данных (объекты АСУТП) в рамках единой платформы, осуществляется унификация этих объектов в шаблонах согласно стандартам S88 и S95, а также реализуется (зачастую сложная) логика их взаимодействия.

Кроме того, недавно компанией Wonderware был анонсирован выход программного продукта, значительно расширяющего возможности IAS в части управления производственным процессом – Production

Events Module (PEM). По существу – это набор функциональных базовых объектов для IAS, которые предназначены для отслеживания и записи событий, связанных с производством той или иной продукции (согласно стандарту S95), а также для отслеживания истории производства для определенной партии (единицы продукции). Использование PEM вместе с IAS позволяет достигнуть максимального эффекта при построении систем учета и управления параметрами ТП, а также учета движения единиц продукции для различных типов производств.

Проблемы планирования производства

Одним из ключевых бизнес-процессов, во многом определяющих успех компании на рынке, является планирование производства. Почему производственному планированию нужно уделять особое внимание? Именно качество планирования определяет, сможет ли предприятие выполнить свои обязательства перед клиентами и партнерами, будут ли своевременно поставлены все необходимые материалы и комплектующие, хватит ли производственных мощностей для реализации производственной программы.

Кроме того, использование современных методик планирования может принести предприятию существенные преимущества, не требуя при этом серьезных инвестиций.

Так, по данным известной консалтинговой компании IDC Group преимущества от использования грамотно реализованной системы планирования можно разделить на три категории.

- *Стратегические преимущества.* Сокращение времени производственного цикла до 50%, значительное улучшение обслуживания заказчиков (до 50%), повышение фондоотдачи оборудования на 20% и более.

- *Финансовые преимущества.* Оптимизация использования трудовых ресурсов, повышение производительности труда, сокращение запасов незавершенного производства и готовой продукции.

- *Организационные преимущества.* Улучшение управления производством и повышение скорости реагирования на непредвиденные события, сокращение времени подготовки производственных планов (в два раза).

Когда речь заходит об использовании информационных технологий для управления производством, в частности для планирования, сразу всплывает аббревиатура ERP. Действительно, в последнее время ERP-системы получили очень широкое распространение, превратившись в один из элементов стандартной ИТ-инфраструктуры современного предприятия. Однако достаточно ли возможностей, заложенных в ERP-системе, для того, чтобы решить все задачи, стоящие перед службами производственного планирования на промышленном предприятии? В основе любой ERP-системы лежат алгоритмы MRP (Material Requirement Planning – Планирование потребностей в материалах) и MRP II (Manufacturing Resource Planning – Планирование потребностей производства). Разработанные в

60-70-х гг. эти алгоритмы действительно совершили серьезный переворот в планировании, однако на практике их можно эффективно применять только для очень ограниченного числа типов производств.

Почему?

Во-первых, для достижения результатов необходимо перед началом расчетов иметь полностью сформированные составы изделий и технологические маршруты. Такой подход очень хорошо работает на предприятиях со стабильной, редко меняющейся номенклатурой производства и стабильными объемами выпуска (предприятия в основном работают на склад). Но он совершенно не подходит, например, для предприятий, работающих в среде "производство на заказ". Сложно применить идеологию MRP и на предприятиях с процессным (периодическим) типом производства, где составы изделий не имеют выраженной структуры и зачастую из одного полуфабриката может одновременно производиться сразу несколько готовых изделий разных типов.

Во-вторых, к недостаткам алгоритмов MRP можно отнести то, что планирование делается без учета реального состояния производства и не учитывает существующих ограничений по мощностям, из-за чего планы формируются с перегрузкой ресурсов.

Кроме того, отсутствует обратная связь между уровнями планирования и исполнения, т.е. при изменении ситуации, например, в одном из цехов предприятия, никакого пересчета MRP не происходит (отчасти это связано с тем, что расчеты по алгоритму MRP требуют слишком много времени и запускаются на предприятии, как правило, раз в неделю или раз в несколько дней). В результате сформированные с помощью MRP планы производства являются трудновыполнимыми или вообще невыполнимыми и требуют серьезной ручной "доводки".

Но не только ограничения алгоритмов MRP сдерживают применение ERP-систем для решения задач планирования. При планировании необходимо учитывать и отраслевую специфику, которая оказывает существенное влияние на результаты расчетов. Говоря об отраслевых ограничениях, мы имеем в виду не специфические бизнес-процессы, характерные для отрасли, а ограничения, связанные с технологией производства и характеристиками специфического для отрасли оборудования.

Например, в металлургическом производстве при планировании необходимо учитывать такие параметры, как емкость сталеплавильных печей и разливочных ковшей, циклы перековшейки (последовательности смены ковшей после определенного числа плавок), схемы прокатки металла через валки клетей на прокатных станах, совместимость металлов по группам нагрева и множество других параметров. У пищевой промышленности совсем другие требования. Там необходимо учитывать циклы работы танков и автоклавов (заполнение-обработка-опорожнение-промывка), ограничения по совместимости продуктов,

сроки годности, синхронизировать линии розлива и упаковки (работающие с разной производительностью) с другим производственным оборудованием и т.д. Подобные требования есть у каждой отрасли промышленности, и в большинстве ERP-систем эта специфика никак не реализована.

ORTEMS – мировой лидер на рынке систем планирования производства

Просто создать производственный план (пусть даже и с учетом отраслевых ограничений) недостаточно, созданный план должен быть выполнимым, т.е. он должен учитывать текущее состояние производства, износ оборудования, наличие сырья и материалов и другие параметры. Кроме того, созданный план должен быть оптимальным с точки зрения затрат (мало получить выполнимый план, может оказаться так, что затраты на его реализацию будут неадекватны полученным выгодам).

Для получения оптимальных и выполнимых планов используются различные алгоритмы планирования, среди наиболее распространенных можно выделить: метод перебора вариантов, эвристические алгоритмы и метод назначений. Наиболее действенным для планирования является использование эвристических алгоритмов. Более того, именно тот разработчик, который может предложить более эффективные эвристические алгоритмы, как правило, становится лидером на рынке систем производственного планирования. В ERP-системах применение эвристических алгоритмов либо очень ограничено, либо вообще отсутствует. Это приводит к тому, что созданные в ERP-системе планы производства, особенно планы цехового уровня, как правило, не оптимальны.

Выходом из такой ситуации может быть использование специализированных систем производственного планирования, оптимизированных для использования в тех или иных отраслях промышленности (именно по этому пути идет сейчас большинство ведущих производственных предприятий в экономически развитых странах). Примером такой системы может служить система производственного планирования и оптимизации ORTEMS, разработанная одноименной французской компанией и представленная на рынке ее эксклюзивным партнером в России, странах СНГ и Балтии компанией "АНД Проджект".

С момента своего появления в 1989 г. ORTEMS де-факто стала стандартом производственного планирования для ведущих мировых производственных компаний. Ее используют более 3000 предприятий, более чем в 40 странах мира. Система представлена на рынке 14 отраслевыми решениями, охватывающими практически все области производства от дискретного до непрерывного: аэрокосмическая и оборонная промышленность, судостроение, автомобилестроение, металлургия, кабельная промышленность, тяжелое машиностроение, пищевая промышленность, фармацевтика, химическая промышленность, производство упаковки и пластмасс, целлюлозно-бумаж-

ная промышленность, электроника, товары народного потребления, сервисное обслуживание и ремонт сложных изделий.

С точки зрения классификации ORTEMS относится к классу APS-систем. Аббревиатура APS (Advanced Planning and Scheduling) появилась на рынке систем управления предприятиями в конце 80-х годов, как ответ на недостатки традиционных методов планирования производства. В APS-системах используются принципиально другие, нежели в ERP-системах алгоритмы планирования, базирующиеся на теории ограничений и эвристиках. Это позволяет производить расчеты планов любой сложности практически в режиме РВ и учитывать все или почти все ограничения производственных процессов.

С точки зрения задач планирования APS-системы, и ORTEMS в том числе, решают две важнейшие для любого промышленного предприятия задачи — сделать все заказы в срок с учетом имеющихся у предприятия ограничений и сделать на имеющемся оборудовании больше, иными словами, максимизировать фондоотдачу оборудования. При создании модели производства система позволяет описать все реально существующие на предприятии ограничения: по технологическому процессу, по оборудованию, навыкам персонала, инструменту и оснастке и т.д. При этом пользователь может создавать эти ограничения самостоятельно, используя инструментарий системы. Это позволяет описать производственные процессы максимально гибко и реалистично. В дальнейшем эти ограничения будут учитываться при планировании (на одну операцию можно наложить до 8 одновременно действующих ограничений).

Важной особенностью системы ORTEMS является наличие мощных эвристических алгоритмов для оптимизации производственных планов. В системе реализовано свыше 400 критериев оптимизации производства, причем на их базе пользователь может создавать сложные комплексные критерии оптимизации и определять правила их работы. Если этого недостаточно, то благодаря уникальной технологии USER EXIT пользователь может сам разрабатывать новые правила оптимизации, не прибегая при этом к сложному программированию системы.

Еще одним конкурентным преимуществом ORTEMS является то, что все создаваемые системой планы полностью синхронизированы между собой и изменение на одном уровне планирования ведет к немедленному пересчету планов на других уровнях. Таким образом, возможно построить реальную пирамиду управления производством как сверху вниз, так и снизу вверх. Благодаря специальным алгоритмам, пересчеты производственных планов проводятся практически в РВ, что позволяет мгновенно реагировать на любые непредвиденные ситуации, возникающие в ходе производства (поломки оборудования, брак, срочные заказы и т.д.), причем планирование делается как назад (backward scheduling), так и вперед (forward scheduling).

Создание единой вертикали управления производством

Рассмотрим концептуальную модель взаимодействия систем разного уровня. На уровне ERP стоят задачи: подготовка портфеля клиентских заказов, предоставление информации о складских остатках и, при наличии модулей управления производственными процессами, подготовка базового производственного расписания, расчет потребностей в материалах. На уровень оперативного планирования передается портфель заказов и складские остатки. Используя информацию о портфеле заказов и обладая детальной информационной моделью производственных процессов, система оперативного планирования и управления производством строит оптимизированные план-графики выполнения работ, а при отсутствии в вышестоящей системе возможности расчета потребностей в материалах — производит расчет потребностей. Кроме того, на основе данных от системы отслеживания производства корректирует производственное расписание. Система отслеживания, получая от системы оперативного планирования расписание, составляет очереди выполнения задач на оборудовании, управляет запусками технологических операций, а также контролирует результаты их выполнения и выполняет функцию автоматизированного диспетчера, получая информацию с уровня АСУТП.

Теперь рассмотрим, как описанная цепочка взаимосвязанных систем работает в динамике.

Специалисты отдела продаж и отдела маркетинга формируют производственную программу, основанную либо на прогнозах по сбыту продукции, либо на подтвержденных и ожидаемых клиентских заказах. Эта информация заносится в ERP-систему. Полученная производственная программа, обработанная с помощью алгоритмов MRP-II в ERP-системе, позволяет оценить потребности в материалах и сформировать заказы на закупку сырья и комплектующих. Портфель заказов и информация о складских остатках передается в систему ORTEMS, которая на основании данных о ТП, производственных ресурсах и ограничениях, учитывая критерии оптимизации, заданные пользователем, строит детальное производственное расписание. Детальное производственное расписание передается в систему InTrack, которая формирует очереди выполнения производственных заданий и запускает их в производство при взаимодействии с уровнем АСУТП. С этого уровня собираются необходимые параметры о состоянии производственных объектов. Эта информация обрабатывается в InTrack, где формируются агрегированные "производственные события", например: начало выполнения технологической операции, окончание выполнения операции, поломка оборудования и пр. Производственные события по контуру обратной связи возвращаются от InTrack в ORTEMS. Диспетчер-планировщик обрабатывает, анализирует полученные события и запускает ORTEMS в режиме перепланирования, чтобы учесть все возникшие изменения: поломка оборудования, брак, стратегию производства (критерии оптими-

зации). Откорректированный производственный план возвращается в InTrack, а даты выхода заказов из производства обновляются на уровне ERP. В производственной программе также могут произойти изменения (добавляются срочные заказы, некоторые заказы снимаются с производства), которые будут учтены при следующем цикле перепланирования в ORTEMS.

Пример интеграционного решения

Очевидно, что мало говорить лишь об инструментарии для создания MES, так как для любого промышленного предприятия нужны конкретные решения, позволяющие повысить эффективность данного производства. Поэтому в данном разделе речь пойдет о VIPinfo – комплексе программных решений на базе инструментария компаний-лидеров в области промышленной автоматизации, предназначенном для построения систем уровня оперативного управления производством. Благодаря использованию передовых технологий, VIPinfo позволяет как объединять различные системы уровня АСУТП между собой, так и обеспечивать необходимую связь с системами уровня ERP, образуя в итоге единое информационно-управляющее пространство предприятия.

К основным особенностям VIPinfo относятся:

- *модульная архитектура*. Объекты приложения могут быть построены, тиражированы и собраны с радикальным снижением финансовых и временных затрат на инжиниринг при установке, развертывании и запуске системы;

- *единое информационно-управляющее пространство*. Тесная интеграция всех программных модулей позволяет создать АСУ предприятием, работающую в режиме РВ;

- *гибкость, масштабируемость и "человеконезависимость"*. Добавление и замена рабочих компонентов системы не требует больших затрат и не приводит к изменению существующей структуры;

- *адаптация к функционирующим на предприятии системам автоматизации*. Любые существующие решения, которые по тем или иным причинам целесообразно сохранить, могут быть интегрированы в VIPinfo;

- *адресная доставка информации*. Система позволяет поставлять каждому работнику предприятия, принимающему решения, индивидуальную информацию.

Кратко остановимся на вопросах взаимодействия различных модулей программного комплекса VIPinfo (рисунок).

Решая свои собственные задачи, приложения InTrack и ORTEMS являются элементами одной цепочки. Формально принято разделять их по разным уровням, но согласно зонам ответственности, определенным для MES-систем, оперативное

планирование, осуществляемое ORTEMS, неразрывно связано с управлением производственным процессом. Поэтому целесообразность интеграции этих систем очевидна.

В качестве базового инструмента для связи InTrack и ORTEMS была выбрана современная технология интеграции EAI (Enterprise Application Integration – Интеграция Корпоративных Приложений). Суть ее заключается в том, что интеграционное решение строится на уровне построения логических взаимосвязей бизнес-объектов систем, а не сводится только к организации физической (на программном уровне) связи между ними. "Участников" решения на основе EAI можно определить следующим образом:

- *непосредственно сами системы* (получающие и отдающие данные);

- *адаптеры к каждой из систем* – некий "черный ящик", способный осуществлять чтение/запись бизнес-объектов систем. Применение адаптеров позволяет разработчикам интеграционного решения не вдаваться в тонкости организации того или иного хранилища данных, а выполнять операции уровня "прочитать/записать/создать бизнес-объект" (который с физической точки зрения может существовать не в одной и даже не в одном десятке физических таблиц БД);

- *интеграционная среда*, в которой на уровне логических схем выстраиваются связи между определенными бизнес-объектами и описываются бизнес-процессы.

Объектами интеграции в рамках решения являются с одной стороны *производственные план-графики*, построенные ORTEMS, и *производственные события*, определяющие фактическое выполнение плана, со стороны InTrack. Обе системы имеют абсолютно схожую структуру для смежных бизнес-объектов, поэтому синхронизация данных на этом уровне не потребовала никакой дополнительной доработки.

Для стенового примера интеграции был выбран следующий алгоритм. Согласно полученным из ERP Microsoft Business Solutions – Ахарта данным, ORTEMS формирует план-график производства с дискретностью до текущей смены, после чего размещает этот график в определенной интеграционной таблице,

которую условно можно назвать очередью производственных заказов. По мере высвобождения оборудования, система InTrack производит запросы в таблицу на наличие в ней запланированных на ближайшее время действий. После чего инициирует запуск наиболее актуального заказа. В процессе его обработки в другую интеграционную таблицу, которую условно можно именовать таблицей событий, InTrack записывает временные метки прохождения заказом отдельных участков производственного маршрута. По инициативе



(запросу) оператора ORTEMS, происходит передача скопившихся в таблице событий данных и их визуализация в системе, после чего оператором может быть проведено оперативное перепланирование исполнения заказов и повторена процедура выгрузки очередности в соответствующую интеграционную таблицу. Уже при следующем обращении к этой таблице для InTrack будет доступен новый производственный план, для которого были учтены все переданные результаты выполнения предыдущих операций.

Отдельно следует выделить применение в описываемом интеграционном решении RFID-технологий, используемых в качестве инструмента для отслеживания перемещений заказов между участками производственного маршрута. Эмуляция прохождения заготовок относительно мест промежуточного хранения осуществлялась от бесконтактных меток специальным RFID-приемником, данные от которого напрямую попадали в БД, интегрированную с InTrack. Далее, согласно описанной в системе логики, эти данные привязывались непосредственно к производственному заказу, обозначая информацию о его текущем местонахождении.

Таким образом, применение перечисленных программных средств в едином комплексе дает возможность построения системы уровня MES, практически полностью покрывающей задачи управления производственным процессом, автоматизируя при этом все связанные действия.

Заключение

Насколько необходима и оправдана интеграция информационных систем разного уровня? Является ли она экономически и технически востребованной? Анализируя необходимость объединения таких разнородных информационных сред, как системы управления ресурсами предприятия, оперативного пла-

нирования и оптимизации производства, а также системы отслеживания производственных процессов и различных систем уровня АСУТП, сотрудники компаний "ПЛКСистемы" и "АНД Проджект" ставили перед собой четыре бизнес-цели.

1. Общее повышение управляемости производственного процесса на всех уровнях принятия решений (стратегическом, среднесрочном, краткосрочном и оперативном).

2. Создание единой информационной среды для взаимодействия подразделений предприятия, вовлеченных в производственный процесс (отдела сбыта, закупок, маркетинга, планового отдела, линейных менеджеров).

3. Создание условий для постоянного мониторинга ключевых показателей производственной деятельности предприятия и преобразования их в величины, понятные и актуальные для всех уровней принятия решений.

4. Повышение адаптационной способности предприятия к флуктуациям рыночной среды и производственного окружения.

Исходя из вышеназванных целей, была разработана и реализована концептуальная модель взаимодействия систем разного уровня.

В итоге следует подчеркнуть, что создание единой информационной системы управления предприятием является стратегически важным направлением развития отечественных промышленных производств. При этом, хотя системы уровня MES являются "сердцем" подобных систем, но в нашей стране MES-уровень является "откровенно слабым" звеном в системах автоматизации на предприятиях. Только скоординированными совместными усилиями компаний, работающих на разных уровнях промышленной автоматизации, можно создать полноценное интегрированное решение.

*Павлюченко Андрей Дмитриевич – канд. тех. наук, директор по ИУС,
Глухов Виктор Владимирович – руководитель группы внедрения ООО "ПЛКСистемы".*

Контактные телефоны: (095) 105-77-98, 995-49-00.

E-mail: info@plcsystems.ru [Http://www.plcsystems.ru](http://www.plcsystems.ru)

Черняков Аркадий Григорьевич – директор по развитию, Малащенко Илья Сергеевич – менеджер направления систем производственного планирования компании "АНД Проджект".

Контактные телефоны: (812) 303-98-58, 303-98-57.

E-mail: all@andproject.ru [Http://www.andproject.ru](http://www.andproject.ru)

Лидеру контрактного производства электроники в России 3 года

В 2005 г. исполняется 3 года с момента запуска первой линии поверхностного монтажа электронных модулей на производстве компании Fastwel. Это событие положило начало совершенно новому направлению деятельности компании – оказанию услуг по контрактной сборке электронных модулей. В июле 2002 г. был подписан первый договор на услуги сборки электронных изделий, а в сентябре уже была проведена первая отгрузка готовой продукции. Fastwel стал первым контрактным производителем электроники в России в мировом понимании этого определения.

2005 г. знаменателен для Fastwel не только юбилеем. В апреле этого года была запущена вторая по счету и первая в нашей стране новая высокоавтоматизированная линия поверхностного монтажа электронных модулей такого класса. На начало 2005 г. это была единственная линия в РФ, полностью приспособленная для технологий бесвинцовой пайки, что особенно актуально для заказчиков, экспортирующих свою продукцию за рубеж. 2005 год стал годом ввода в коммерческую эксплуатацию новых участков: пыле- и влагозащиты электронных модулей, кабельного производства и электромеханической сборки.

[Http:// www.fastwel.ru](http://www.fastwel.ru)