

Модели архитектуры ИС предприятия: расцвет многоклеточных

Илья МАЛЯРЕНКО

SCOR — это операционная модель, определяющая, какие бизнес-процессы и каким образом должны быть реализованы для достижения наилучших показателей эффективности внутри цепочки управления поставками. По сути это справочник по операционной деятельности предприятия, включающий детальное описание бизнес-процессов (а также подпроцессов, активно-

производственных задач в современной глобальной экономике.

Разработчики данной модели провели ряд исследований в области ПО и выявили следующие закономерности:

- средства документооборота заняли отдельную нишу и редко реализуются в MES-системах;
- инструменты управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования также либо реализуются в виде

КИС

детальности предприятия, включающий детальное описание бизнес-процессов (а также подпроцессов, активно-



Рис. 5. Модель c-MES: границы функциональности

стей и т. п.), объединённых в пять групп (см. табл. 4).

Особенностью модели SCOR является то, что во главу всех процессов ставится планирование. В результате повышается степень ответственности и востребованности инструментов, отвечающих за бизнес-планирование на разных уровнях (стратегическом, тактическом, оперативном).

Модель SCOR в виде детального описания бизнес-процессов имеет сугубо практическое назначение и ориентирована на предприятия, государственные и даже военные организации. У неё мало общего с моделями взаимодействия CIM и ISA-95; тем не менее появление концепции управления цепочками поставок и разработка SCOR подтолкнули специалистов к созданию новых моделей взаимодействия информационных систем, определяющих роль и место ИТ в инфраструктуре предприятия.

c-MES

В 2004 г. консорциумом MESA была выпущена новая модель Collaborative Manufacturing Execution System (c-MES), описывающая производственные системы, принципы их организации и функциональность при взаимодействии с цепочкой поставок. Она имеет чрезвычайно важное практическое значение, поскольку построена с учётом особенностей развития индустрии, смещения акцентов от ERP к SCM, а также новых

отдельных систем класса EAM, либо являющихся модулями в составе ERP;

- средства производственного планирования выросли в отдельный класс Advanced Planning & Scheduling;
- информационный обмен всё больше концентрируется в области задач управления цепочками поставок и всё меньше — в области взаимодействия высокоуровневых и низкоуровневых (цеховых) ИС.

В связи с вышеупомянутыми изменениями базовая модель MESA-11 была упрощена: из неё убраны функции, относящиеся к системам ERP и SCM, а взаимодействие производственных ИС переориентировано на системы управления цепочками поставок (см. рис. 5).

С точки зрения практического применения данная модель в первую очередь интересна специалистам, принимающим решения о внедрении систем класса ERP, MES, SCM и др. Она позволяет более точно сформулировать те функции, которые должны быть реализованы на каждом уровне управления. Например, значимость оперативного планирования за последние годы настолько возросла, что многие предприятия отказываются от реализации такого рода функций на уровне цеха и предпочитают реализовывать их как можно ближе к ядру управления цепочкой поставок — в виде отдельных решений, связанных с ERP, или в виде модулей SCM-систем. В целом по сравнению с MESA-11 модель c-MES стала более утилитарной, ориентированной на решение прикладных задач.

REPAC

(новая производственная модель)

Объединив трёхуровневую модель построения ИС (планирование — выполнение — контроль) с моделью SCOR (см. рис. 6), компания AMR Research разработала новую операционную модель REPAC (Ready-Execute-Process-Analyze-Control). Фактически это первая модель (1998 г.), в которой явно фигурирует как горизонтальный поток данных в цепочке управления поставками, так и вертикальный — между разными уровнями ИС. Основные компоненты модели REPAC приведены в табл. 5.

Верхний уровень модели REPAC, обеспечивающий работу цепочки поставок, представлен ERP- и SCM-решениями, в большей степени используемыми на уровне данных в цепочке управления поставками, так и вертикальный — между разными уровнями ИС. Основные компоненты модели REPAC приведены в табл. 5.

Верхний уровень модели REPAC, обеспечивающий работу цепочки поставок, представлен ERP- и SCM-решениями, в большей степени используемыми на уровне данных в цепочке управления поставками, так и вертикальный — между разными уровнями ИС. Основные компоненты модели REPAC приведены в табл. 5.

Данная модель интересна прежде всего тем, что она переориентировала ИТ-специалистов на решение новых задач, призванных не только поддерживать внутреннее равновесие (CIM, PERA), но и

соотносить информацию из внешней среды с процессами, происходящими во всей цепочке поставок, выработать совместно с поставщиками и клиентами стратегии оптимального использования ресурсов. В её рамках стал очевиден тот факт, что в рыночной среде конкурируют не отдельные предприятия, а целые цепочки поставок, включающие в свой состав несколько предприятий.

Происхождение видов: APS

В рассмотренных моделях в ходе их развития появились системы расширенного производственного планирования (Advanced Planning & Scheduling, APS), роль которых с течением времени становится всё важнее. Системы APS получили известность в начале 90-х годов. Они представляют собой результат долгого пути от первых MRP-систем (60-е годы) к более совершенным инструментам MRP-II (80-е), системам планирования ресурсов с ограниченной мощностью (Finite Capacity Scheduling) в 80—90-х и, наконец, к самостоятельным APS-продуктам или центральным компонентам SCM-систем (с конца 90-х и по наши дни). Основные характеристики каждого из упомянутых этапов приведены в табл. 6.

Итак, APS-системы предназначены для составления реалистичных производственных планов, расписаний и их оптимизации. Под реалистичностью расписаний понимается полнота учета особенностей технологического процесса, заданных в виде ограничений. А оптимизация предполагает способность находить лучшие расписания из тех, что удовлетворяют этим ограничениям. С точки зрения эф-

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА С. 24

Модели архитектуры...

◀ ПРОДОЛЖЕНИЕ СО С. 23

фективности производства различают три основных взаимоисключающих критерия оптимизации:

- отгрузка заказов вовремя;
- сокращение запасов незавершенной продукции и сырья на складах;
- повышение пропускной способности технологической цепочки.

ERP-системы уже содержат почти всю необходимую информацию для составления производственных расписаний: клиентские заказы, спецификации изделий, технологические маршруты, технологические ограничения. Добавив к этой «информационной закуске» алгоритмы оптимизационного планирования и конкретизировав цели, модуль APS можно встроить в ERP-систему. Основным препятствием на данном пути является архитектурное ограничение: ориентирован-

многих отраслей, для большинства поставщиков универсальных MES-систем осталась неразрешимой из-за своей сложности. Сегодня, как свидетельствуют исследования аналитической компании LogicaCMG, не более 25% MES-систем содержат полнофункциональные APS-дополнения. Остальные — предлагают интерфейсы для сторонних продуктов такого рода.

Положительным моментом тесной интеграции APS и MES является возможность использования информации о ходе производственного процесса в задачах оперативного перепланирования и составления оптимизированных расписаний, учитывающих различные нештатные ситуации (поломки, болезни, брак и пр.).

Системы управления цепочками поставок — это относительно новый класс продуктов, предназначенных для планирования, контроля и анализа операционной деятельности крупных и средних компаний. Так как основная их цель — прогнозирование и планирование, в настоящее время практически не существует SCM-систем, не имеющих в своем составе модуль APS. Особенностью APS-решений, предлагаемых поставщиками SCM-систем, является их универсальность

Таблица 4. Группы бизнес-процессов модели SCOR

Планирование (Plan)	Планирование является важнейшим этапом работы с цепочкой управления поставками. Во-первых, этот процесс включает сбор данных о потребностях клиентов, в том числе прогнозирование. Во-вторых, в рамках планирования осуществляется балансировка клиентских потребностей и имеющихся производственных возможностей. В-третьих, планирование включает в себя этап подготовки бюджета, т. е. позволяет увязать потребности в ресурсах и сырье с финансовыми потребностями
Поставка (Source)	Совокупность процессов, связанных с закупкой сырья и выбора субподрядчиков. Включает задачи определения бизнес-правил для осуществления закупок, управления складами и транспортными средствами, операциями импорта
Производство (Make)	Составление расписаний, оперативное регулирование, контроль качества, контроль производственного процесса, завершение операций разработки документации при проектном подходе. Бизнес-процессы технического обслуживания и ремонтов, транспортировки, хранения, управления незавершенным производством
Отгрузка (Deliver)	Набор бизнес-процессов, связанных с обработкой клиентских заказов: от оформления заказа клиента до создания производственных нарядов, диспетчеризации и доставки заказа клиенту. Бизнес-процессы этого уровня включают задачи управления транспортными средствами, взаимодействия с логистическими компаниями, ввода продукции в эксплуатацию у заказчика
Возврат (Return)	Данная группа бизнес-процессов отвечает за процедуру мотивированного возврата сырья, материалов и компонентов поставщикам в случае брака, за гарантийный ремонт, техническое обслуживание и ремонт оборудования вне стен предприятия. Возврат излишков продукции поставщикам также описывается в данной группе

ные на транзакционную работу ERP-системы не смогли бы справиться в требуемые сроки еще и с огромным объемом вычислений, присущим задачам оптимизационного планирования. Понимая это, разработчики ERP-систем пошли на определенную хитрость: они в качестве APS-модуля используют отдельный продукт (зачастую купленный у сторонних производителей) и снабжают его бесшовным интерфейсом обмена данными с БД транзакционной системы.

Создатели MES-продуктов уже давно столкнулись с задачей составления оптимизированных производственных расписаний. Одни из них разработали собственные APS-модули, другие предложили удобные интерфейсы для интеграции с APS-продуктами сторонних фирм. Мотивом для столь различных подходов стало историческое разделение производителей MES-систем на две условные группы — поставщиков отраслевых и универсальных систем. Разработчики специализированных MES-систем (для металлургии, машиностроения, нефтехимических, фармацевтических и других предприятий), хорошо знакомые с особенностями предметной области, создали отраслевые APS-решения с учетом особенностей технологических ограничений, характерных для тех или иных производственных процессов (например, машиностроительных). Зачастую при этом использовались сторонние вычислительные компоненты. Однако задача создания универсального APS-модуля, пригодного для

и охват всей цепочки поставок. При этом детальностью планирования обычно жертвуют в пользу широты охвата цепочки поставок: такова, например, APS-функциональность SCM-системы Adexa.

Независимые поставщики APS-систем, такие как компания ORTEMS S.A.S., предоставляют более гибкие возможности для построения решения по оптимизи-

Таблица 5. Основные компоненты модели REPAC

Этап (Phase)	Деятельность
Подготовка (Ready)	Создание, улучшение и подготовка производственных процессов
	Преобразование моделей продуктов или спецификаций в вид, удобный для внедрения нового продукта на производстве
Исполнение (Execute)	Исполнение нарядов или производственных расписаний на изготовление продуктов
	Разработка процессов для выпуска заданной продукции
Обработка (Process)	Процессы, используемые предприятием для физического производства продукции
	Автоматизация и контроль процессов
Анализ (Analyze)	Производительность, качество, возможности процессов, соответствие нормативам
	Комбинирование данных из различных источников
	Сбор данных для ERP, SCM, покупателей и поставщиков
Координация (Coordinate)	Координирование операционной деятельности завода с управляющей компанией и цепочкой поставок в целом
	Оптимизация деятельности предприятия для удовлетворения потребностей клиентов (спроса)

рованному планированию. С одной стороны, пользователи могут построить систему многоуровневого планирования с разной степенью детализации каждого уровня (холдинг, завод, цех, участок), с другой — тесно интегрировать ее с любыми ИС, используемыми на производственном предприятии. При этом ERP-системы поставляют в контур APS информацию о заказах клиентов и состоянии складов, PLM/PDM-системы — данные о техпроцессах и составе изделий, SCM — сведения о прогнозах продаж и заказах на закупку сырья и комплектующих, MES — результаты производственного процесса, выполнения отдельных операций и информацию о возникших отклонениях.

Несмотря на то что продукты APS ещё совсем молоды, предпринимается попытка стандартизации интерфейсов обмена данными между ними и системами MES, PDM, SCM и ERP. Консорциум разработчиков и пользователей PSLX (Япония) под патронатом консорциума OASIS готовит серию спецификаций, стандартизирующих объекты обмена данными для APS-систем. Результатом этой деятельности станет полноразмерная XML-схема обмена данными.

Заключение

Итак, мы рассмотрели основные модели, лежащие в основе современных архитектур информационных систем уровня предприятия. Все их можно разделить на две группы: модели объектов данных (CIM) с описанием информации, циркулирующей в ИС, и операционные модели, определяющие процессы преобразования информации (PERA, SCOR).

В описанных нами моделях можно выделить четыре общих качества:

- разделение систем на уровни;

- наличие информационных потоков;
- интерфейсы и объекты обмена;
- операции и функции.

Уровни в ИС формируются по двум основным признакам: функциональному и временному. В классической модели CIM эти признаки были неразрывно связаны, поэтому разные уровни систем обладали различной дискретностью временной шкалы (от секунд до месяцев и даже лет) и обрабатывали информацию с разной степенью детальности. В современных условиях эта тенденция несколько видоизменяется: скорость информационного обмена всё время возрастает, и постепенно, хотя и медленно, системы верхнего уровня приближаются по своим временным характеристикам к системам нижнего уровня. Между ИС разного уровня уменьшается иерархическая соподчиненность и связность, и они уравниваются в правах. *Ценность системы определяется не брендом или положением в таблице о рангах, не трёхбуквенной аббревиатурой, обозначающей её класс, а способностью решить критические с точки зрения бизнеса задачи.*

Информационные потоки также являются важным компонентом каждой из рассмотренных моделей. В самых первых моделях информационные потоки были двунаправленными — от систем нижнего уровня к системам верхнего. Нисходящий поток отвечал за передачу управляющей информации на нижние уровни, а восходящий оповещал системы верхнего уровня о состоянии производственного контура. При этом восходящие потоки информации постепенно агрегировались до требуемого уровня детализации данных. В современных моделях ситуация кардинальным образом изменилась: наряду с вертикальными появились и гори-

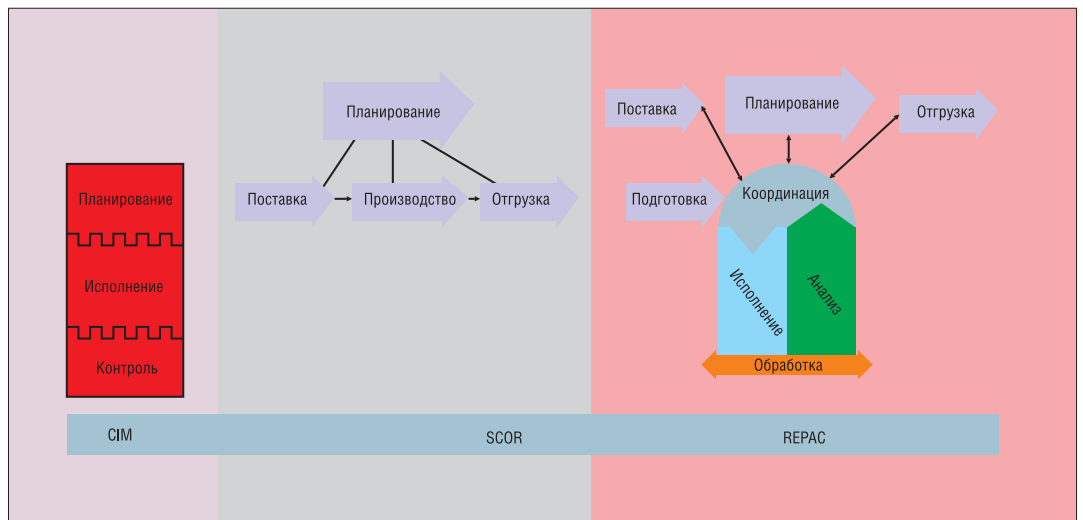


Рис. 6. Модель REPAC вобрала в себя лучшие качества CIM и SCOR

зонтальные потоки данных. Отдельные уровни теперь взаимодействуют не только со своими ближайшими соседями, выросло число информационных связей (сравните CIM и PERA), возникли связи с внешней средой и сторонними системами. *Сегодня гораздо важнее донести вове-*

связующего звена в разное время претендовали MES-, ERP-, а теперь и SCM-системы, не говоря уже о платформах интеграции приложений EAI.

Нельзя не заметить, что эволюция моделей ИС поразительно напоминает развитие представлений о живых организмах.

Таблица 6. Основные характеристики технологий производственного планирования

Тип системы	Годы формирования и широкого использования	Описание
MRP	1960—1980	Развертывание спецификаций, расчёт дат закупки и производства компонентов без учёта ограниченных ресурсов. Внутрицеховое планирование — на дискретной шкале времени
MRP-II	1980-е — наши дни	Развитие алгоритма MRP с учётом ограниченности ресурсов: применение процедуры Capacity Requirements Planning на дискретной шкале времени для построения главного производственного расписания (MPS)
FCS	Конец 1980-х — середина 1990-х	Дополнение к MRP, позволяющее сформировать последовательность запуска заказов, созданных алгоритмом MRP, на непрерывной шкале времени с учётом ограниченности мощностей
APS и SCM	Середина 1990-х — наши дни	Развитие MRP-II и FCS: синхронное планирование материалов, мощностей и иных ресурсов на дискретной и непрерывной шкале времени с применением механизмов оптимизации стратегических планов и производственных расписаний

мя и без искажений информацию от покупателя к производителю, чем от мастера цеха до директора завода.

Интерфейсы и объекты обмена данными становятся всё более значимым компонентом моделей. Всё чаще на первое место выходит вопрос, чем обмениваться (ISA-95), а не как обмениваться (CIM). В ближайшем будущем появятся универсальные языки обмена данными о производственных системах — своеобразные аналоги эсперанто в информационной среде. Инструменты интеграции будут занимать существенное место в ряду средств управления информацией на предприятии. *Информационные системы становятся “полиглотами”.*

Операционные модели занимают всё более важное место в иерархии. Благодаря этому разные вендоры выпускают практически взаимозаменяемые компоненты информационной инфраструктуры. *Наблюдаются две противоположные тенденции развития: централизация и децентрализация систем.* С одной стороны, значительный вес приобретают системы типа “всё включено”, являющиеся своеобразным “клеем” для всей информации предприятия, с другой — растёт число разработчиков отдельных легко интегрируемых компонентов. При этом на роль

На заре науки организм рассматривался как автономная система, живущая по определённым законам и мало зависящая от внешней среды. В дальнейшем выяснилось, что все организмы образуют цепи питания, пример которых Чарльз Дарвин с присущим ему юмором описал в известном пассаже о старых девах, содержащих котов, которые едят мышей, живущих на кораблях флота Британской империи. В дальнейшем от цепей питания учёные пришли к выводу о существовании более сложной формы взаимодействия всего живого — экосистем, которые можно сравнить с сетями управления поставками. Экосистемы стали основой понимания того, что всё живое вещество Земли находится в постоянном взаимодействии и формирует единую систему, названную биосферой. Похожие интеграционные процессы происходят и в области информационных технологий. Не будем удивляться, если в ближайшие годы появятся новые модели взаимодействия ИС, имеющие еще более глубокие аналогии с жизнью биосферы. □

С автором, продакт-менеджером компании “АНД Проджект”, можно связаться по адресу: imalyarenko@AND-Project.ru.