

Оглавление

1 Модуль 4

1.1 Cals-технологии

1.1.1 Информационная поддержка жизненного цикла продукта

1.1.2 Информационная интеграция на основе единой модели продукта

1.1.3 Примеры задач, решаемых при помощи CALS-технологий

1.1.4 Что дают CALS-технологии

1.2 Системы класса MRP - CSRP

1.2.1 Состав систем класса MRPII (Manufacturing Resource Planning)

1.2.2 Составление производственного плана (Master Production Schedule) и общего плана деятельности (Production plan)

1.2.3 Планирование потребностей в материалах

1.2.4 Планирование потребностей в производственных мощностях (CRP-Capacity Requirements Planning)

1.2.5 Контроль выполнения производственного плана. Контрольные отчёты по производительности и потреблению (input/output reports)

1.2.6 Списки операций (Dispatch lists)

1.2.7 Обратная связь (feedback) и её роль в MRPII-системе

1.2.8 Эволюция стандартов планирования. От MRPII к ERP и CSRP.

Литература

Список иллюстраций

Список таблиц

Предметный указатель

1 Модуль 4

Информационные системы как средство автоматизации бизнес процессов

1.1 Cals-технологии

1.1.1 Информационная поддержка жизненного цикла продукта

Одним из направлений повышения эффективности промышленного сектора экономики является применение современных информационных технологий для обеспечения процессов, протекающих в ходе всего жизненного цикла продукции и ее компонентов. *Жизненный цикл* (ЖЦ) продукта, как его определяет стандарт ISO 9004-1, — это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

Все многообразие этих процессов можно представить в виде прямых и обратных связей поставщика с субпоставщиком и потребителем. См. рис. 1.1

В общем случае ЖЦ необходимо рассматривать как совокупность ЖЦ конечного продукта и ЖЦ входящих в него компонентов, результатов деятельности субпоставщиков. С этой точки зрения ЖЦ представляет собой древовидную структуру. См. рис. 1.2

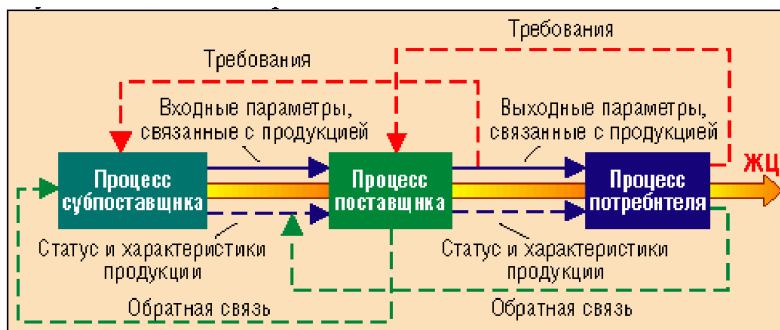


Рис. 1.1: Взаимодействие поставщика с субпоставщиком и потребителем

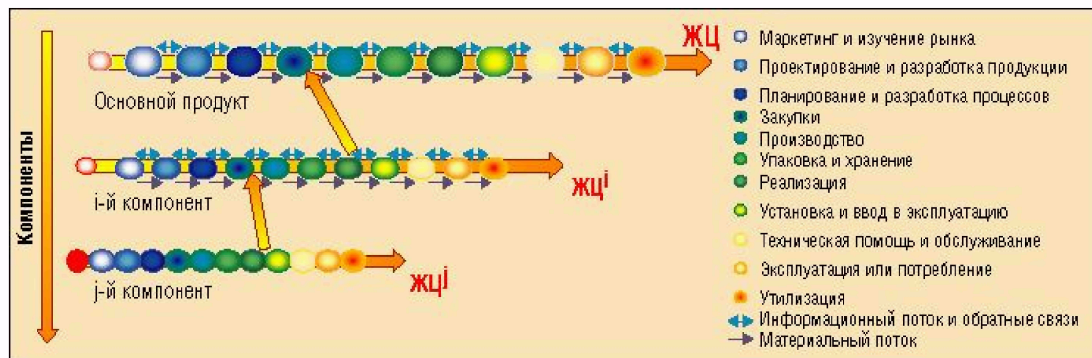


Рис. 1.2: Древоидная структура ЖЦ

Информационное взаимодействие субъектов, участвующих в поддержке ЖЦ, должно осуществляться в едином информационном пространстве. В основе концепции единого информационного пространства лежит использование открытых архитектур, международных стандартов и апробированных коммерческих продуктов обмена данными. Стандартизации подлежат форматы представления данных, методы доступа к данным и их корректной интерпретации.

Первые шаги в организации единого информационного пространства были предприняты еще в 80-х годах в оборонном комплексе США. Возникла необходимость в обеспечении оперативного обмена данными между заказчиком, производителем и потребителем вооружений и военной техники (ВВТ), а также в повышении управляемости, сокращении бумажного документопотока и связанных с ним затрат.

Данная концепция изначально базировалась на понятии ЖЦ средств ВВТ и охватывала в основном фазы производства и эксплуатации. На первоначальном этапе инициатива получила обозначение *CALS* (Computer Aided Logistic Support — компьютерная поддержка поставок).

Доказав свою эффективность, концепция *CALS* начала активно применяться в промышленности, строительстве, транспорте и других отраслях экономики, расширяясь и охватывая все этапы ЖЦ продукта - от маркетинга до утилизации.

Новая концепция сохранила существующую аббревиатуру (*CALS*), но получила более широкую трактовку: Continuous Acquisition and Life cycle Support — непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта. Таким образом, идея, возникшая в Министерстве обороны США и связанная только с поддержкой логистических систем, быстро превратилась в глобальную бизнес-стратегию перехода на безбумажную электронную технологию и повышения эффективности бизнес-процессов, выполняемых в ходе ЖЦ продукта за счет информационной интеграции и совместного использования информации на всех этапах ЖЦ. В настоящее время в мире действует более 25 национальных организаций, координирующих вопросы развития *CALS*-технологий, в том числе в США, Канаде, Японии, Великобритании, Германии, Швеции, Норвегии, Австралии, а также в рамках НА-

ТО.

В отличие от интегрированной автоматизированной системы управления производством (ИАСУ), CALS-система охватывает все стадии ЖЦ. См. рис. 1.3

1.1.2 Информационная интеграция на основе единой модели продукта

Предметом CALS являются технологии совместного использования и информации (информационной интеграции) в процессах, выполняемых в ходе ЖЦ продукта. В основе CALS лежит комплекс единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации и ее корректной интерпретации, обеспечение безопасности информации, а также юридические вопросы совместного использования информации (в том числе интеллектуальной собственности).

Информационная интеграция базируется на применении следующих интегрированных моделей:

- продукта;
- ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов;
- производственной и эксплуатационной среды.

С позиций системной архитектуры базовые информационные модели — это фундамент, на котором могут быть построены автоматизированные системы управления различного уровня. На основе одной и той же модели ЖЦ и бизнес-процессов решаются задачи анализа эффективности бизнес-процессов и обеспечения качества продукции. Интегрированная модель продукта обеспечивает обмен конструкторскими данными между проектировщиком и производителем, является источником информации для расчета потребности в материалах и создания электронных справочников по эксплуатации продукта и т. д.

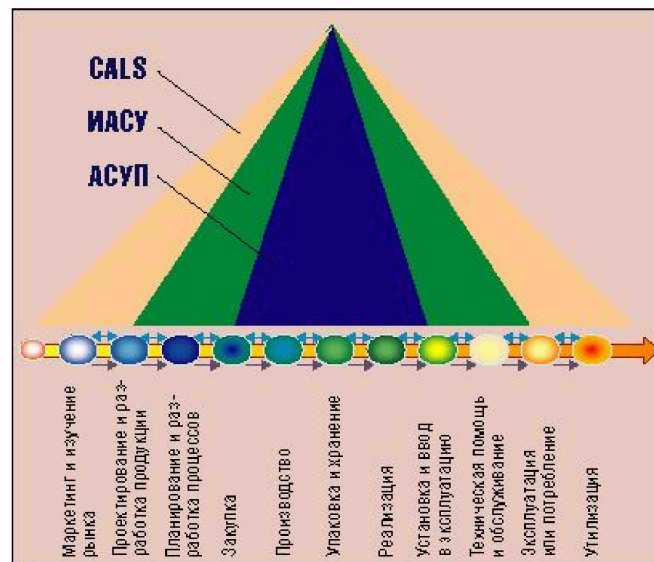


Рис. 1.3: CALS-система

Применение совместно используемых информационных моделей, являющихся единым источником информации и стандартизованных методов доступа к данным, — основа эффективной информационной кооперации всех участников ЖЦ.

1.1.3 Примеры задач, решаемых при помощи CALS-технологий

Моделирование жизненного цикла продукта и выполняемых бизнес-процессов. Первый шаг к повышению эффективности организационной структуры, поддерживающей одну или несколько стадий ЖЦ продукта, — моделирование и анализ ее функционирования.

Цель бизнес-анализа — выявить существующее взаимодействие между составными частями и оценить его рациональность и эффективность. Для этого с использованием CALS- технологий разрабатываются функциональные модели, содержащие детальное описание выполняемых процессов в их взаимосвязи. Формат описания регламентирован стандартами IDEF/0 и ISO 10303 AP208. Полученная функциональная модель не только является детальным описанием выполняемых процессов, но также позволяет решать целый ряд задач, связанных с оптимизацией, оценкой и распределением затрат, оценкой функциональной производительности, загрузки и сбалансированности составных частей, т. е. вопросов анализа и реинжиниринга бизнес-процессов (Business Process Reengineering, BPR).

Проектирование и производство изделия. Совместное, кооперативное, проектирование и производство изделия может быть эффективным в случае, если оно базируется на основе единой информационной модели изделия.

Разрабатываемая на данной фазе конструкторско-технологическая информационная модель должна базироваться на использовании стандарта ISO 10303 STEP. Созданная однажды модель изделия используется многократно. В нее вносятся дополнения и изменения, она служит отправной точкой при модернизации изделия. Модель изделия в соответствии с этим стандартом включает: геомет-

рические данные, информацию о конфигурации изделия, данные об изменениях, согласованиях и утверждениях.

Стандарт ISO 10303 построен таким образом, что помимо базовых элементов (интегрированных ресурсов) в его состав входят так называемые прикладные протоколы, определяющие конкретную структуру информационной модели для различных предметных областей (автомобилестроение, судостроение, строительство, электроника и т. д.). Все прикладные протоколы (прикладные информационные модели) базируются на стандартизованных интегрированных ресурсах. Таким образом, при создании нового прикладного протокола обеспечивается преемственность с уже существующими решениями.

Стандартный способ представления конструкторско-технологических данных позволяет решить проблему обмена информацией между различными подразделениями предприятия, а также участниками кооперации, оснащенными разнородными системами проектирования. Использование международных стандартов обеспечивает корректную интерпретацию хранимой информации, возможность оперативной передачи функций одного подрядчика другому, который, в свою очередь, может воспользоваться результатами уже проделанной работы. Это особенно важно для изделий с длительным ЖЦ, когда необходимо обеспечить преемственность информационной поддержки продукта, независимо от складывающейся рыночной или политической ситуации.

Эксплуатация изделия. Известно, что объемы разрабатываемой документации для сложного наукоемкого изделия очень велики. Поэтому традиционное бумажное документирование сложных изделий требует огромных затрат на поддержку архивов, корректировку документации, а также снижает эксплуатационную привлекательность и конкурентоспособность изделия.

Решение проблемы заключается в переводе эксплуатационной документации на изделие, поставляемой потребителю, в электронный вид. При этом комплект электронной эксплуатационной документации следует рассматривать как составную часть единой интегрированной информационной модели изделия.

Электронная документация может поставляться на электронных носителях, например компакт-дисках, или размещаться в глобальной сети Интернет.

Эксплуатационная документация может содержать информацию различных типов в соответствии со стандартами CALS: ISO 8879 (SGML), ISO 10744 (HyTime) и MIL-PRF-28001C — для текстовой и мультимедийной информации, MIL-PRF-28000A, MIL-PRF-28002C, MIL-PRF-28003A — для векторных и растровых графических иллюстраций.

Стандарты MIL-PRF-87268 и MIL-PRF-87269 определяют стиль, формат и технологию создания электронных справочников по изделиям. Стандартизация гарантирует применимость такой электронной документации на любых компьютерных платформах.

Важно отметить, что в электронный вид может быть преобразована эксплуатационная документация, созданная ранее без использования компьютерных систем. Для изделий, уже находящихся в эксплуатации длительный период и спроектированных традиционными методами, задача поддержки документации не менее актуальна. В качестве примера можно привести опыт проектов, выполняемых в ВМФ и ВВС США по массовому переводу миллионов страниц руководств и листов чертежей в стандартизованный электронный вид. Полученная электронная документация размещается в специальных хранилищах на базах ВМФ и ВВС или непосредственно у производителей и доступна через компьютерные сети. Одновременно информация может распространяться на компакт-дисках. Данные работы выполняются уже в течение ряда лет. При этом используются современные технологии сканирования, распознавания текста, векторизации чертежей и схем, создаются электронные справочники на целые изделия и отдельные системы.

1.1.4 Что дают CALS-технологии

Во многих развитых странах CALS рассматривается как стратегия выживания в рыночной среде, позволяющая:

Таблица 1.1: Информационная модель

Стадия ЖЦ	Информационная модель		
	продукта	ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов	производственной и эксплуатационной среды
маркетинг	маркетинговая (концептуальная)	модель процесса маркетинга продукта	модель маркетинговой среды
проектирование и разработка продукта	конструкторская	модель процессов проектирования и разработки продукта	модель проектно-конструкторской среды
производство или предоставление услуг, упаковка и хранение	технологическая	модель процессов производства	модель технологической среды
реализация	сбытовая (цены, условия продажи и пр.)	модель процессов продаж	модель среды, в которой осуществляются продажи
установка и ввод в эксплуатацию, техническая помощь и обслуживание, эксплуатация и утилизация	эксплуатационная	модель процессов эксплуатации	модель эксплуатационной среды

- расширить области деятельности предприятий (рынки сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией представления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла. Благодаря современным телекоммуникациям, уже не принципиально географическое положение и государственная принадлежность партнеров. Новые возможности информационного взаимодействия позволяют строить кооперацию в форме виртуальных предприятий, действующих в течение ЖЦ продукта. Становится возможной кооперация не только на уровне готовых компонентов, но и на уровне отдельных этапов и задач: в процессах проектирования, производства и эксплуатации;
- повысить эффективность бизнес-процессов, выполняемых в течение ЖЦ продукта; за счет информационной интеграции и сокращения затрат на бумажный документооборот, повторного ввода и обработки информации обеспечить преемственность результатов работы в комплексных проектах и возможность изменения состава участников без потери уже достигнутых результатов;
- повысить “прозрачность” и управляемость бизнес-процессов путем их реинжиниринга, на основе интегрированных моделей ЖЦ и выполняемых бизнес-процессов, сократить затраты в бизнес-процессах за счет лучшей сбалансированности звеньев;
- повысить привлекательность и конкурентоспособность изделий, спроектированных и произведенных в интегрированной среде с использованием современных компьютерных технологий и имеющих средства информационной поддержки на этапе эксплуатации;
- обеспечить заданное качество продукции в интегрированной системе поддержки ЖЦ путем электронного документирования всех процессов и процедур.

По инициативе и при поддержке Сводного департамента экономики оборонных отраслей промышленности в сети Интернет создан информационный сервер по вопросам разработки и применения CALS-технологий в России (www.cals.ru), содержащий, помимо новостей, описаний продуктов и технологий, информацию о международных CALS-стандартах (STEP, SGML, HyTime, Plib, MANDATE).

1.2 Системы класса MRP - CSRP

В конце 60-х годов, в связи с бурным развитием вычислительной техники, ее возможности перестали быть востребованы только отдельными наукоёмкими отраслями, компьютерные системы прочно входили в повседневную деловую жизнь. Повсюду начались активные попытки оптимальной автоматизации и информатизации бизнеса, создавались новые концепции управления и совершенствовались уже существующие. Основными целями автоматизации производственных компаний являлись: точный расчет актуальной себестоимости продукции, ее анализ, понижение затрат в процессе производства и повышение производительности в целом, благодаря эффективному планированию производственных мощностей и ресурсов. Результатом оптимизации этих параметров являлись понижение конечной цены готовых изделий и повышение общей производительности, что соответственно немедленно отражалось на конкурентоспособности и рентабельности компании. В результате поиска решений в области автоматизации производственных систем родилась парадигма планирования потребностей в материалах (MRP). По сути, *MRP-методология* представляет собой алгоритм оптимального управления заказами на готовую продукцию, производством и запасами сырья и материалов, реализуемый с помощью компьютерной системы. Другими словами, MRP система позволяла оптимально загружать производственные мощности, и при этом закупать именно столько материалов и сырья, сколько необходимо для выполнения текущего плана заказов и именно столько-

ко, сколько возможно обработать за соответствующий цикл производства. Тем самым планирование текущей потребности в материалах позволяло разгрузить склады как и сырья и комплектующих (сырье и комплектующие закупались ровно в том объеме, который можно обработать за один производственный цикл и поступали прямо в производственные цеха), так и склады готовой продукции (производство шло в строгом соответствии с принятым планом заказов, и продукция, относящаяся к текущему заказу, должна быть произведена ровно к сроку его исполнения (отгрузки)). Собственно методология MRP является реализацией двух известных принципов JIT (Just In Time – Вовремя заказать) и KanBan (Вовремя произвести). Разумеется, идеальная реализация концепции MRP невыполнима в реальной жизни. Например, из-за возможности срыва сроков поставок по различным причинам и последующей остановки производства в результате этого. Поэтому в жизненных реализациях MRP-систем на каждый случай предусмотрен заранее определенный страховой запас сырья и комплектующих (safety stock), объем которого определяется компетентным руководством компании.

После появления концепции MRP, казалось бы, все основные проблемы производства были решены, активно создавались и продавались компьютерные программы, реализующие ее нехитрые принципы. Однако в процессе дальнейшего анализа существующей ситуации в мировом бизнесе и ее развития, выяснилось, что всю большую составляющую себестоимости продукции занимают затраты напрямую не связанные с процессом и объемом производства. В связи с растущей от года к году конкуренцией, конечные потребители продукции становятся все более “избалованными”, ощутимо увеличиваются затраты на рекламу и маркетинг, уменьшается жизненный цикл изделий. Всё это требует пересмотра взглядов на планирование коммерческой деятельности. Отныне нужно не “что-то производить и стараться потом продать”, а “стараться производить, то, что продается”. Таким образом, маркетинг и планирование продаж должны быть непосредственно связаны с планированием производства. Исходя из этих предпосылок, и зародилась новая концепция корпоративного планирования - концепция MRPII.

1.2.1 Состав систем класса MRPII (Manufacturing Resource Planning)

Очевидно, на любом производственном предприятии существует набор стандартных принципов планирования, контроля и управления функциональными элементами. Такими элементами являются производственные цеха, функциональные отделы, аппарат руководства и т.д. На основании этих принципов, попытаемся создать замкнутую логическую систему, которая позволяет отвечать на следующие тривиальные вопросы:

- что собираемся производить?
- Что для этого нужно?
- Что имеем в данный момент?
- Что должны получить в итоге?

Эти вопросы должны иметь ясные ответы для руководящего состава любого коммерческого (производственного и непроизводственного) предприятия. Одной из основ эффективной деятельности любого предприятия является правильно поставленная система планирования. Она призвана содействовать ответам на эти вопросы.

Эта система планирования должна чётко отвечать на вопрос: “Что конкретно нужно в тот или иной момент времени в будущем?”. Для этого она должна планировать потребности в материале, производственные мощности, финансовые потоки, складские помещения и т.д., принимая во внимание текущий план производства продукции (или услуг — здесь и далее) на предприятии. Такая система называется системой планирования ресурсов предприятия, или *MRPII-системой* (Manufacturing Resource Planning System. Окончание аббревиатуры - римская цифра "II" не несет никакого лексического смысла.)

Таким образом, MRPII-система должна состоять из следующих функциональных модулей:

- планирование развития бизнеса (составление и корректировка бизнес-плана);
- планирование деятельности предприятия;
- планирование продаж;
- планирование потребностей в сырье и материалах;
- планирование производственных мощностей;
- планирование закупок;
- выполнение плана производственных мощностей;
- выполнение плана потребности в материалах;
- осуществление обратной связи.

Схематический план работы MRPII-системы можно отобразить диаграммой на рис. 1.4.

Модуль планирования развития бизнеса определяет миссию компании: её нишу на рынке, оценку и определение прибылей, финансовые ресурсы. Фактически, он утверждает, в условных финансовых единицах, что компания собирается произвести и продать, и оценивает, какое количество средств необходимо инвестировать в разработку и развитие продукта, чтобы выйти на планируемый уровень прибыли. Таким образом, выходным элементом этого модуля является бизнес-план.

Модуль планирования продаж оценивает (обычно в единицах готового изделия), какими должны быть объем и динамика продаж, чтобы был выполнен установленный бизнес-план. Изменения плана продаж, несомненно, влекут за собой изменения в результатах других модулей.



Рис. 1.4: Схематический план работы MRP II-системы

Модуль планирования производства утверждает план производства всех видов готовых изделий и их характеристики. Для каждого вида изделия в рамках выпускаемой линии продукции существует своя собственная программа производства. Таким образом, совокупность производственных программ для всех видов выпускаемых изделий, представляет собой производственный план предприятия в целом.

Модуль планирования потребности в материалах (или видах услуг) на основе производственной программы для каждого вида готового изделия определяет требуемое расписание закупки и/или внутреннего производства всех материалов комплектующих этого изделия, и, соответственно, их сборку.

Модуль планирования производственных мощностей преобразует план производства в конечные единицы загрузки рабочих мощностей (станков, рабочих, лабораторий и т.д.)

Модуль обратной связи позволяет обсуждать и решать возникающие проблемы с поставщиками комплектующих материалов, дилерами и партнерами. Тем самым, этот модуль собственно и реализует знаменитый “принцип замкнутой петли” (Closed loop principle) в системе. Обратная связь особенно необходима при изменении отдельных планов, оказавшихся невыполнимыми и подлежащих пересмотру.

1.2.2 Составление производственного плана (Master Production Schedule) и общего плана деятельности (Production plan)

Логика работы MRPII системы достаточно проста. Рассмотрим её на конкретном примере. Первым этапом является составления плана деятельности предприятия. Для этого, сначала определим *производственную программу* (Master Production Schedule-MPS) в виде следующего выражения: “Будем производить 30 автомобилей в неделю”. Далее, при определении плана деятельности, принимаем во внимание следующие факторы:

Таблица 1.2: План деятельности предприятия

Дата (конец месяца)		План продаж	План производства (MPS)	Объем запасов
31.03	По плану			60
	Реальный			
30.04	По плану	30	35	65
	Реальный	25	36	71
30.06	По плану	30	35	75
	Реальный			

- текущий инвентарный запас изделий на складе;
- определение необходимого количества поддерживаемого инвентарного запаса на складе в тот или иной момент времени в течение всего периода планирования;
- прогнозы продаж автомобилей на планируемый период.

Следующая таблица, представляет собой типичный план деятельности предприятия:

Далее, показан типичный бизнес-план, который, по сути, является отображением плана деятельности, только в финансовом эквиваленте.

Полный бизнес-план на производственном предприятии, разумеется, включает в себя затраты на новые разработки и развитие, а также ряд других затрат, напрямую не связанных с производством и продажами, но нам для начала достаточно рассмотреть его облегченный вариант. С точки зрения MRP II-системы, план деятельности и бизнес-план не являются независимыми, и, каждый раз, при

Таблица 1.3: Бизнес-план

Дата (конец месяца)		План продаж	План производства (MPS)	Объем запасов
31.03	По плану			6000
	Реальный			
30.04	По плану	3000	3500	6500
	Реальный	2500	3600	7100
30.05	По плану	3000	3500	7000
	Реальный	3800	3200	6500
30.06	По плану	3000	3500	7500
	Реальный	3200	3700	7000

обновлении плана деятельности, вносятся изменения и в бизнес-план. На основании главной программы производства ("Что собираемся производить?"), MRP II-система составляет инвентарный список (Bill of materials file) материалов- комплектующих ("Что для этого нужно?") и, сравнивая его с инвентарными запасами имеющимися в наличии (на складе или в позициях активных заказов — "Что имеем в данный момент?"), определяет потребность в материалах ("Что должны приобрести?").

Следующий список представляет собой пример инвентарного списка комплектующих для простого автомобильного двигателя:

Такой инвентарный список обычно называется списком с отступом. Это означает тот факт, что элементы списка высшего уровня (комплектующие высшего порядка) располагаются левее, чем их составляющие — комплектующие более низкого порядка. На основании инвентарных списков произ-

Таблица 1.4: Пример инвентарного списка комплектующих

Инвентарный номер	Наименование материалов–комплектующих	Кол-во
789887	Блок цилиндров	1
678767	Коленчатый вал	1
678776	Поршень в сборе	4
787987	Поршень	4
789877	Кольцо поршневое	4
...
567765	Свеча зажигания	4

ходит планирование потребностей в материалах.

1.2.3 Планирование потребностей в материалах

Модуль планирования потребностей в материалах (*MRP* — Materials Requirements Planning) исторически является тем самым зерном, из которого выросла концепция *MRPII* (Manufacturing Resources Planning. Римская цифра “II” появилась на конце ввиду аналогичности аббревиатур с MRP). Цель этого модуля — так спланировать поставку всех комплектующих, чтобы исключить простои производства и минимизировать запасы на складе. Уменьшение запасов материалов–комплектующих, кроме очевидной разгрузки складов и уменьшения затрат на хранение дает ряд неоспоримых преимуществ, главное из которых — минимизация замороженных средств, вложенных в закупку материалов, не сразу идущих на конвейер, а подолгу дожидаящихся своей участи.

Входными элементами MRP-модуля являются:

- Описание состояния материалов (Inventory Status File). Этот элемент является основным входным элементом MRP-модуля. В нем должна быть отражена максимально полная информация о всех типах сырья и материалах-комплектующих, необходимых для производства конечного продукта. В этом элементе должен быть указан статус каждого материала, определяющий, имеется ли он на руках, на складе, в текущих заказах или его заказ только планируется, а также описания его запасов, расположения, цены, возможных задержек поставок, реквизитов поставщиков. Информация по всем вышеперечисленным позициям должна быть заложена отдельно по каждому материалу, участвующему в производственном процессе.
- Программа производства (Master Production Schedule). Этот элемент представляет собой оптимизированный график распределения времени для производства необходимой партии готовой продукции за планируемый период или диапазон периодов.
- Перечень составляющих конечного продукта (Bills of Material File). Этот элемент представляет собой список материалов и их количество, требуемое для производства конечного продукта. Таким образом, каждый конечный продукт имеет свой перечень составляющих. Кроме того, здесь содержится описание структуры конечного продукта, т.е. он содержит в себе полную информацию последовательности его сборки. Чрезвычайно важно поддерживать точность всех записей в этом элементе и соответственно корректировать их всякий раз при внесении изменений в структуру и(или) технологию производства конечного продукта.

Принцип работы MRP-модуля состоит в следующем:

- Для каждого отрезка времени (обычно таким отрезком являются неделя или сутки), в течение всего периода планирования на основании инвентарных списков, плана производства и текущих запасов на складе создаётся полная потребность в материалах. Она представляет собой

интегрированную таблицу, выражающую потребность в каждом материале (элементе списка) в каждый конкретный момент времени.

- Далее, вычисляется чистая потребность. Это делается путем вычитания из полной потребности тех материалов–комплектующих, которые имеются в текущих запасах или занесены в качестве позиций в активные заказы. Другими словами, чистая потребность определяет: какое количество материалов нужно заказать (или произвести, в случае внутреннего производства комплектующих) в каждый конкретный момент времени, чтобы удовлетворить текущие потребности производственного процесса. Очевидно, что чистая потребность тоже представляет собой определенную таблицу, элементы которой рассчитываются по формуле:

Чистая потребность = Полная потребность - Инвентаризовано на руках - Стрховой запас - Зарезервировано для других целей.

- Последний этап работы заключается в том, что чистая потребность в материалах конвертируется в соответствующий план заказов на требуемые материалы и, в случае необходимости, вносятся поправки в уже действующие планы. При этом строго учитывается время выполнения каждого заказа, другими словами MRP–система, автоматически составляя план заказов, руководствуется известным временем выполнения каждого из них (lead time). Это время, как правило, определяется Поставщиком данного материала. Этот план заказов является руководящим документом отдела закупок.

Результатами работы MRP-модуля являются следующие основные элементы:

- План Заказов (Planned Order Schedule). Этот элемент определяет, какое количество каждого материала должно быть заказано в каждый рассматриваемый период времени в течение срока планирования. План заказов является руководством для дальнейшей работы с поставщиками

и, в частности, определяет производственную программу для внутреннего производства комплектующих, при наличии такового.

- Изменения к плану заказов (Changes in planned orders). Этот элемент несёт в себе модификации к ранее спланированным заказам. Некоторые заказы могут быть отменены, изменены или задержаны, а также перенесены на другой период.

1.2.4 Планирование потребностей в производственных мощностях (CRP-Capacity Requirements Planning)

Для того чтобы производственная программа была осуществима, необходимо, чтобы имеющиеся в наличии производственные мощности смогли обработать то количество сырья и материалов–комплектующих которое предписывает составленный MRP модулем план заказов, и изготовить из них готовые изделия. Собственно MRP–план является основным входным элементом модуля планирования потребностей в производственных мощностях (CRP–модуля). Другим немаловажным входным элементом является технологическая схема обработки/сборки конечного готового изделия (routing plan). Эта схема является определенной таблицей, аналогичной инвентарному списку, только с точки зрения этапов обработки и их длительности, а не комплектующих и их количества. Ниже представлена типичная технологическая схема обработки. Обычно, производственные мощности предприятия классифицируются на производственные единицы (work center). Такой производственной единицей может быть станок, инструмент, рабочий и т.д. Результатом работы CRP-модуля является план потребности в производственных мощностях (Capacity requirements plan). Этот план определяет, какое количество стандартных часов должна работать каждая производственная единица, чтобы обработать необходимое количество материалов.

Также очень важно заметить, что модули MRPII-системы являются четко и однозначно взаимо-

Таблица 1.5: План потребности в производственных мощностях

Шаг	Номер производственной единицы	Название работы	Название производственной единицы	Кол-во рабочих часов
1	456676	Расточка	Токарный станок	1
2	56787, 345	Шлифовка		5
2.1	56787	Станочн. шлиф.	Шлифовальный станок	4
	345	Ручн. Шлиф.	Рабочий Петров Е. Н.	1
...

Таблица 1.6: План потребности в производственных мощностях

План потребности в производств. мощностях. Производств. единица № 1500							
Номер материала	Номер заказа на пр-во	Кол- во	1.03.99	2.03.99	3.03.99	4.03.99	5.03.99
91234	12378	50		3.5			
80902	9870	500			16.5		
...
Суммарное количество часов			294	201	345	210	286

связанными (Lock step principle). Это в свою очередь означает собой тот факт, что в любом случае, если потребности в материалах (MRP–план, являющийся следствием изначально составленной программы производства (MPS)) не могут быть удовлетворены ни за счет внутреннего производства, ни за счет закупок на стороне, в план производства, очевидно, должны быть внесены изменения. Однако подобные явления должны быть исключениями. Одной из основных задач является составление успешного производственного плана с самого начала.

Здесь представлен сокращенный вариант типичного плана потребности в производственных мощностях. Этот план является выходным элементом CRP-модуля.

Таким образом, заметим еще раз: если в результате работы CRP–модуля установлено, что MRP–план неосуществим, то производственная программа(MPS) должна быть пересмотрена, более того, вероятно, необходимо пересмотреть весь план деятельности. Однако важно осознавать, что такой шаг должен быть сделан в самом крайнем случае, так как планировщик, работающий с CRP-системой должен быть компетентен и сам осознавать производственные возможности своего предприятия, по-

нимая, что задача компьютера — лишь оптимально распределить загрузку производственных мощностей на период планирования. Тем самым, планировщик должен стараться определить и опротестовать заведомо неосуществимый MRP- план, до отправления его в CRP-систему, или найти пути для расширения производственных мощностей до необходимого уровня.

1.2.5 Контроль выполнения производственного плана. Контрольные отчёты по производительности и потреблению (input/output reports)

В тот момент, когда определено, что план потребностей в производственных мощностях может быть осуществлен, начинает функционировать контроль поддержания установленной производительности. Для этого в течение всего срока планирования системой регулярно создаются контрольные отчеты по производительности (Output control reports). Пример такого отчета приведен ниже.

Контрольный отчёт для производств. единицы №1500.

Дата отчета - 23.05.1999, Пн.

Единица измерения – Стандартный час работы.

Статус/Дата	2.05.99	9.05.99	16.05.99	23.05.99
По плану	270	270	270	270
Реально	250	220	190	
Отклонение	-20	-70	-150	

Из вышеприведенного контрольного отчета становится видно, что отклонение реального темпа производства от производственного плана в первую неделю составляло 20 часов, во вторую — 50 и в третью — 80 часов работы. Таким образом, суммарное отклонение достигло 150 стандартных часов.

Для адекватной работы системы необходимо определить величину допустимого отклонения от

плана производства. Например, если установлено, что величина допустимого отклонения на начало третьей недели равна половине планового недельного количества часов, то для вышеприведенного примера это отклонение будет равняться 135 часам. И, в тот момент, когда величина реального отклонения превышает 135 часов, система сигнализирует о необходимости немедленного вмешательства в работу данной производительной единицы и принятия мер к повышению ее производительности, вплоть до её выхода на плановый уровень. Такими мерами может быть привлечение дополнительных рабочих, допустимое увеличение общего времени её работы и т.д.

Кроме контрольных отчетов производительности, для каждой производительной единицы существуют контрольные отчеты потребления материалов—комплектующих. Эти отчеты существуют для быстрого определения ситуаций, когда та или иная производительная единица не развивает плановой мощности из-за недостаточного снабжения материалами.

Контрольный отчет потребления внешне абсолютно идентичен с отчетом выше, только вместо соотношения плановых и реальных часов работы, в нем отображается разница между реальным и плановым потреблением материалов рассматриваемой производственной единицей.

1.2.6 Списки операций (Dispatch lists)

Еще одним необходимым документом, регулярно (как правило, ежедневно) создаваемым MRPII-системой является список операций (operation lists). Списки операций обычно формируются в начале дня и передаются (или пересылаются) мастерам соответствующих производственных цехов. В этих документах отображена последовательность проведения рабочих операций над сырьем и комплектующими материалами на каждой производственной единице и их длительность. Списки операций позволяют каждому мастеру получать актуальную информацию, и фактически делают его частью MRPII-системы. Ниже изображен пример списка операций для одной из производственных единиц.

Список операций для производственной единицы № 1500 (Токарный станок) на 23.05.99.

Номер производств.заказа	Инв. номер материала	Кол-во материала	Дата обработки по плану пр-ва	Кол-во часов обработки
17678	98769	50	20.05.99	3.5
16789	89769	500	23.05.99	19.2
18784	56307	1100	23.05.99	28.6
67830	78567	500	23.05.99	16.5
47890	87300	120	26.05.99	8.4
Суммарное количество часов				76.2

Как видно из таблицы, приведенный список определяет приоритет выполнения операций. Например, запоздавший по каким-то причинам производственный заказ от 20.05, был поставлен MRP II-системой в очередь первым. И наоборот, заказ от 26.05.99 имеет минимальный приоритет. Сразу стоит отметить, что список операций НЕ является суточным планом (это очевидно хотя бы из того, что суммарное количество часов превышает 24), а является лишь законом для мастера, определяющим последовательность и содержание производственных операций.

1.2.7 Обратная связь (feedback) и её роль в MRP II–системе

Чрезвычайно важно обратить внимание на функции обратной связи (feedback) в MRP II–системе. Например, если Поставщики не способны поставить материалы–комплектующие в оговоренные сроки, они должны послать отчет о задержках, сразу, как только они узнают о существовании этой проблемы. Обычно, стандартная компания имеет большое количество просроченных заказов с поставщиками. Но, как правило, даты этих заказов не отражают в достаточной степени дат реальной потребности в этих материалах. На предприятиях же, управляемых системами класса MRP II, даты поставки являются максимально близкими к времени реальной потребности в поставляемых мате-

риалах. Поэтому крайне важно заранее поставить систему в известность о возможных проблемах с заказами. В этом случае система должна сгенерировать новый план работы производственных мощностей, в соответствии с новым планом заказов. В ряде случаев, когда задержка заказов далеко не является исключением, в MRP II-системе задаётся объем минимального поддержания запасов "ненадежных" материалов на складе (safety stock).

В настоящее время, системы MRP II класса прочно входят в жизнь крупных и средних производственных организаций. Основной и эффективной чертой этих систем является возможность планировать потребности предприятия на короткие промежутки времени (недели и даже дни) и осуществлять обратную связь (например, автоматически изменять ранее построенные планы производства при сбоях поставок или поломке оборудования) внося в систему данные о проблемах в реальном времени.

Алгоритм работы MRP II-системы нацелен на внутреннее моделирование всей области деятельности предприятия. Его основная цель — учитывать и с помощью компьютера анализировать все внутрикоммерческие и внутрипроизводственные события: все те, что происходят в данный момент и все те, что запланированы на будущее. Как только в производстве допущен брак, как только изменена программа производства, как только в производстве утверждены новые технологические требования, MRP II-система мгновенно реагирует на произошедшее, указывает на проблемы, которые могут быть результатом этого и определяет, какие изменения надо внести в производственный план, чтобы избежать этих проблем или свести их к минимуму. Разумеется, далеко не всегда реально полностью устранить последствия того или иного сбоя в производственном процессе, однако MRP II-система информирует о них за максимально длительный промежуток времени, до момента их возникновения.

Таким образом, предвидя возможные проблемы заранее, и создавая руководству предприятия условия для предварительного их анализа, MRP II-система является надежным средством прогнозирования и оценки последствий внесения тех или иных изменений в производственный цикл.

Любая MRPII-система обладает определенным инструментарием для проведения планирования. Нижеперечисленные системные методологии — являются фундаментальными рычагами управления любой MRPII-системы:

- Методология расчёта и пересчета MRP и CRP планов.
- Принцип хранения данных о внутрипроизводственных и внутрикоммерческих событиях, которые необходимы для планирования.
- Методология описания рабочих и нерабочих дней для планирования ресурсов.
- Установление горизонта планирования (planning horizon).

Эти методологии и принципы не являются универсальными и определяются исходя из постановки конкретной задачи, применительно к конкретному коммерческому предприятию.

1.2.8 Эволюция стандартов планирования. От MRPII к ERP и CSRP.

Стандарты корпоративного планирования, как и любые стандарты со временем проходят через процесс эволюции. С годами в мире меняются принципы управления бизнесом и, соответственно, изменяются подходы к корпоративному планированию. В последнее время гиганты мировой индустрии распространили по всему миру сеть удаленных производственных и непроизводственных объектов управления, значительно усложнилась организационная структура самих крупных компаний и холдингов. Это в свою очередь повлекло за собой увеличение управленческих издержек и затрат на поддержание сложных и запутанных логистических структур поставок продукции. Возникла необходимость искать методики, позволяющие оптимизировать решение и этих задач. В середине 90-х

был введен в обращение термин ERP–системы. ERP–методология до настоящего времени должным образом не систематизирована, и представляет собой надстройку над MRPII, нацеленную на оптимизацию работы с удаленными объектами управления. В настоящее время, под широко используемым термином *ERP–система*, как правило подразумевается MRPII–система, с расширенными возможностями работы с сетью филиалов и зависимых компаний, расположенных по всему свету.

Для оптимизации управления логистическими цепочками была создана концепция SCM (Supply Chain Management), которую поддерживает большинство систем класса MRPII. SCM, положенная, как компонент общей бизнес–стратегии компании, позволяет существенно снизить транспортные и операционные расходы, путем оптимального структурирования логистических схем поставок.

Одной из последних тенденций в бизнес–планировании, стало обращение усиленного внимания на качество обслуживания конечных потребителей продукции. Для того чтобы процветать, производители должны разрабатывать новые технологии и бизнес–процессы, которые позволяли бы им удовлетворять индивидуальные покупательские нужды и ожидания, отвечать на эти нужды товарами и услугами, которые представляют уникальную ценность для каждого покупателя. Производители должны совершить частичное изменение в стратегии и интегрировать покупателя в центр процесса планирования деятельности организации. Интеграция покупателя с ключевыми бизнес–процессами организации изменяет ее стратегию и реализацию этой стратегии, требует новую модель управления деятельностью: планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем. Так появилась концепция *CSRP* (Customer Synchronized Resource Planning). Используя принцип CSRP, дистрибьютер продукции способен записать специфические требования к продукту, зафиксировать цену и автоматически послать эту информацию в головную организацию, где информация о требованиях к продукту динамически превращается в детальные инструкции по производству и планированию. Создается список материалов и комплектующих для производства, автоматически определяются производственные маршруты, материалы планируются и заказываются и, наконец, создается рабочий заказ. Критичная для покупателя информация динамически интегрируется в основную деятельность



Рис. 1.5: Технология CSRP-системы

предприятия. После этого информация о критичных предпочтениях покупателя сохраняется в центральной базе данных о потребителях, которую могут использовать подразделения обслуживания покупателей, технического обслуживания, исследований, планирования производства и другие. Таким образом, деятельность предприятия синхронизируется с потребностями покупателей. См. рис. 1.5.

Покупатель использует браузер Интернет для доступа к Web-серверу производителя чтобы ввести заказ — стандартный или видоизмененный — в любое время дня или ночи. Покупатель может изменить предыдущие заказы, проверить состояние еще не выполненных заказов или запросить новые возможности. Потому что такое взаимодействие интегрировано в основные бизнес-системы предприятия, деятельность по планированию, производству и/или обслуживанию покупателей может

автоматически изменяться действиями покупателя. И деятельность предприятия синхронизируется с покупателем.

Открытые технологии делают оба эти сценария и методологию CSRP реальностью. Как показано на рисунке 1.5, для CSRP требуется использование открытых технологий, которые могут интегрировать стратегические приложения подразделений в масштабируемые, защищенные приложения масштаба предприятия. Успешное внедрение CSRP возможно только при использовании открытых технологий. Требуется переход от закрытых систем, включая системы ERP.

Организация имеет оптимизированную деятельность, интегрировала покупателя и внедрила архитектуру открытых технологий. Подразделения, ориентированные на покупателя, интегрированы в сердце системы планирования бизнесом.

Внедрение CSRP позволяет ответить на вопросы:

- Определить наиболее многообещающие и прибыльные рынки для компании.
- Установить, какие рынки и товары наиболее прибыльны.
- Предсказать, какие рынки будут наиболее прибыльными в течение одного года. В течение шести месяцев.
- Планировать и работать в направлении к более прибыльным рынкам.
- Гарантировать своевременную поставку наиболее ценным покупателям. Всем покупателям.
- Точно предсказать время поставки для уникальных заказов.
- Удовлетворить запросы покупателя в течение 24 часов. В течение 8 часов. В течение 1 часа.
- С прибылью видоизменять продукты и услуги.

Точно также как уменьшение числа дефектов становится возможным благодаря оптимизации процессов и сфокусированности на производственной деятельности (никто больше не удивляется бездефектным производством), также увеличение доли рынка и улучшение способности удерживать покупателя становится практичным и предсказуемым. Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем (CSRP) предлагает модель бизнеса и набор инструментов, которые способны сделать партнерство с покупателем и достижимым, и поддерживаемым.

Если ERP была правилами игры для производителей прошедшего десятилетия, CSRP — это план игры на десятилетие нынешнее. Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем (CSRP), предлагает новый набор бизнес правил, которые делают возможным для производителя создать покупательскую ценность — разработать решения и услуги, которые сделают их (производителей) необходимыми для покупателей. Все больше и больше конкурентные преимущества определяются как способность производителей удовлетворить уникальные потребности каждого уникального покупателя.

Литература

- [1] Стандарт MRPII. — www.cfin.ru.
- [2] Международные стандарты, поддерживающие жизненный цикл программных средств. — М., МП "Экономика 1996.
- [3] Г., Верников. Основы систем класса MRP-MRPII / Верников Г. — www.cfin.ru/vernikov.
- [4] Г., Верников. Стандарт MRPII. Структура и основные принципы работы систем поддерживающих этот стандарт / Верников Г. — www.cfin.ru/vernikov.
- [5] Г.Н., Калянов. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение) / Калянов Г.Н. — М., "Лори 1996.
- [6] Д.А., Под ред. Поспелова. Информатика. Энциклопедический словарь для начинающих / Под ред. Поспелова Д.А. — М.: Педагогика-Пресс, 1994.
- [7] Е., Зиндер. Бизнес-реинжиниринг и технологии системного проектирования / Зиндер Е. — М., Центр Информационных Технологий, 1996.
- [8] Е., Судов. Информационная поддержка жизненного цикла продукта / Судов Е. — PC Week/RE № (169)45 от 17.11.1998, 1998.

- [9] *К., Де Роза.* Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем (CSRP) / Де Роза К. — <http://www.socar.ru>.
- [10] *Марка Д.А., МакГоуэн К.* Методология структурного анализа и проектирования / МакГоуэн К. Марка Д.А. — М., “МетаТехнология”, 1993.
- [11] *П.П.Ш., Чен.* Модель "Сущность-Связь шаг к единому представлению данных / Чен П.П.Ш. — СУБД №3, 1995.
- [12] *С., Дунаев.* Доступ к базам данных и техника работы в сети. Практические приемы современного программирования / Дунаев С. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999.
- [13] *Ю., Шемакин.* Введение в информатику / Шемакин Ю. — М.: Финансы и статистика, 1985.

Список иллюстраций

- 1.1 Взаимодействие поставщика с субпоставщиком и потребителем
- 1.2 Древовидная структура ЖЦ
- 1.3 CALS-система
- 1.4 Схематический план работы MRPII-системы
- 1.5 Технология CSRP-системы

Список таблиц

- 1.1 Информационная модель
- 1.2 План деятельности предприятия
- 1.3 Бизнес-план
- 1.4 Пример инвентарного списка комплектующих
- 1.5 План потребности в производственных мощностях
- 1.6 План потребности в производственных мощностях

Предметный указатель

производственная программа, 19

жизненный цикл продукта, 4

CALS, 6

CRP, 25

CSRP, 33

ERP–система, 33

MRP, 22

MRP-методология, 14

MRPII, 22

MRPII-система, 16