

Введение

Понятие корпоративной информационной системы.

С некоторым опозданием по сравнению с Западом в России медленно, но верно начинают понимать всю важность комплексного подхода в автоматизации предприятий и организаций. Руководители многих организаций, уже прошедших стадии лоскутной автоматизации или вообще практически не автоматизированных, стали всерьез задумываться о комплексном и всеохватывающем переходе к новым моделям ведения бизнеса, основанных на новых технологиях учета. На собственном негативном опыте и благодаря множеству публикаций в компьютерной прессе многие осознали, что эффективность автоматизации в первую очередь зависит от того, насколько широко она охватывает все сферы деятельности юридического лица. Отчасти именно поэтому в последнее время стала столь популярной идея построения корпоративных информационных систем масштаба предприятия.

Необходимо отметить, что под КИС понимаются ERP системы, а также все, что их окружает. К примеру, бухгалтерские программы нельзя назвать корпоративными информационными системами.

Что же представляет собой корпоративная информационная система (ERP система). Прежде всего, необходимо забыть про планирование – современные ERP системы могут не только это. Также вряд ли стоит обращать внимание на ресурсы – это довольно расплывчатое понятие. Главное в ERP системе – это предприятие. Задача системы объединить все подразделения и функции компании в единой компьютерной модели. Из задачи следует определение основных свойства ERP систем.

Первое свойство КИС – способность предоставлять менеджменту компании информацию в оптимальном объеме и в кратчайшие сроки. Но современные КИС способны не только выдавать учетную информацию, но осуществлять некоторые основные функции менеджмента, а именно: планирование, контроль и, все чаще и чаще, прогнозирование. Для обеспечения этих функций необходим полный охват всех бизнес процессов предприятия. То есть контур КИС должен совпадать с границами предприятия – внутренняя математическо-информационная модель должна строго соответствовать внутренней логике и сложившейся ситуации на предприятии. Но с недавнего времени ситуация стала меняться – современные КИС стали приобретать новые функциональные модули, вводящие в контур информационной системы предприятия, бизнес процессы, находящиеся на границе между предприятием и внешним окружением. КИС перестала быть замкнутым внутрикорпоративным инструментом – она стала взаимодействовать с внешним миром посредством различных модулей, таких как CRM или E-Business, получать информацию о ситуации на рынке, производить закупки товаров на площадках B2B. Постепенно в КИС добавляются функции, способные информировать менеджмент не только о процессах внутри компании, но и об их внешнем окружении. В чем же отличие информации, выдаваемой АСУ, от информации, которая была доступна руководству компании в докомпьютерную эпоху. Прежде всего, информация в среде КИС находится в постоянной досягаемости, и стоимость ее извлечения несравненно меньше, чем в традиционных системах отчетности. Во вторых, менеджмент имеет доступ к самой свежей информации, что позволяет принимать оперативные решения, соответствующие текущему положению, а не решения, основанные на интуиции и прошлогодней отчетности. В третьих, информация (при грамотном построении КИС) высшему менеджменту предоставляется именно в том объеме, который ему необходим. Нет необходимости вычлнять из томов бухгалтерской отчетности нужные показатели – консолидированная отчетность всегда под рукой.

Второе основное свойство КИС – снижение издержек. Это достигается благодаря следующим факторам:

- Повышение эффективности бизнес процессов – внедрение КИС часто связано с реинжинирингом бизнес процессов.
- Снижение производственных издержек. На предприятии, внедряющем КИС, происходит снижение запасов материалов, готовой продукции, а также повышается контроль производственного процесса. Это связано с работой алгоритмов MRP и MRP II, но об этом чуть ниже.
- Снижение транзакционных издержек, связанных с проведением закупок, заказов и иных схожих логистических операций, а также издержек проведения финансовых и иных операций. Например, в идеальном случае КИС, сверясь с производственным планом, внезапными потребностями, запасом материалов на складе, прогнозируемым спросом и иными фактами, может выбрать наиболее оптимальный товар и заказать его на электронной торговой площадке. От человека в данном случае потребуется лишь подтверждение заказа. В реальной жизни процесс закупки ложится почти всегда на человека, а вот потребность в материале определяет КИС.
- Повышение эффективности труда достигается благодаря автоматизации рутинных процедур. Например, в торговом предприятии закупки оформляются в КИС, а связанные с ними бухгалтерские проводки формируются автоматически. Это избавляет предприятие от необходимости держать в штатном расписании нескольких бухгалтеров.
- Снижение издержек передачи информации чаще всего достигается с помощью интерфейсной стыковки систем рыночных партнеров.

Третье свойство ERP систем – повышение рейтингов компании. Очень часто успешное внедрение ERP систем (впрочем, как и любых других крупных IT решений) влечет за собой непропорциональный рост капитализации компании, который может быть использован как инвестиционный инструмент. Но на данный момент этот фактор теряет свою актуальность, так как рынок привык к такому явлению.

Как видно, автоматизация на предприятии дает массу преимуществ всем заинтересованным сторонам. Но есть и негативные стороны внедрения КИС.

Внедрение КИС на предприятии – крайне непростая задача. Чрезвычайно сложно построить такую систему, которая сможет объединить работу персонала финансового отдела компании, ее производства, снабжения и сбыта. Скорее всего, в каждом отделе до внедрения ERP систем был установлен свой комплекс программного обеспечения для решения конкретных задач подразделения, и внедрение новой, подчас сложной и непривычной системы влечет массу проблем. Например, в бухгалтерии чаще всего стоит комплекс программных средств 1С. При внедрении ERP систем меняется не только интерфейс, но и логика ведения работ (чего стоит, например, отсутствие возможности удаления проводок в большинстве ERP систем).

Перевод предприятия на автоматизированную модель деятельности часто приводит к повышению эффективности труда и, соответственно, к снижению потребности в работниках. Поэтому, очень часто внедрение систем на предприятии приводит к конфликтным ситуациям между консультантами, осуществляющими внедрение, и персоналом компании, ведь после внедрения КИС может сократиться потребность в персонале, и последуют увольнения.

Внедрение КИС связано с огромными инвестициями. Комплекс программного обеспечения может составлять существенную долю капитализации компании. Это особенно актуально для российских условий. Цена автоматизации одного рабочего места может колебаться от 10 до 200 тыс. рублей. При низких ставках заработной платы такие расходы могут не оправдаться. Например, зачем внедрять дорогостоящие call-center'ы, стоимостью в миллионы рублей, если дополнительное рабочее время обычных телефонных операторов стоит несравнимо меньше.

Как правило, внедрение ERP системы на предприятии – процесс, который может длиться несколько лет. По данным компании Standish Group только в 16% случаев внедрение завершается вовремя, с реализацией запланированных функциональных элементов. Выполнение почти трети проектов прекращается досрочно, а по остальным превышаются сроки/бюджет или ограничивается запланированная функциональность.

КИС. Сущность и виды.

Строго говоря, классификационных признаков, по которым можно разделить как отечественные, так и западные ERP-системы, довольно много. К ним относятся:

- функциональные возможности (в первую очередь различие проявляется в наличии или отсутствии модуля управления производством)
- масштабы предприятия, на которые ориентировано решение
- стоимость проекта внедрения системы (лицензии и услуги)
- сроки внедрения
- используемая программно-аппаратная платформа (техническая платформа, операционная система)
- наличие отраслевых решений (целесообразно применять для ERP-систем с производственным модулем) и ряд других.

В этой связи наиболее интересна классификация систем, основанная на интегральных показателях, предложенная Игорем Карпачевым, менеджером отдела управленческого консультирования компании «Делойт и Туш СНГ». В соответствии с этой классификацией все системы условно можно разделить следующим образом:

- Локальные системы. Как правило, предназначены для автоматизации деятельности по одному-двум направлениям. Зачастую могут быть так называемым «коробочным» продуктом. Стоимость таких решений лежит в пределах от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч долларов.
- Финансово-управленческие системы. Такие решения обладают гораздо большими функциональными возможностями, но их отличительная черта — отсутствие производственных модулей. И если в первой категории представлены только российские системы, то здесь соотношение российского и западного примерно равное. Сроки внедрения таких систем могут колебаться в пределах года, а стоимость доходить до сотен тысяч долларов
- Средние и крупные интегрированные системы. Разница между этими системами довольно условна и заключается в наличии или отсутствии отраслевых решений и в зависимости решения от масштабов предприятия, в том числе от его территориального распределения. Сроки внедрения подобных систем с учетом управления производством могут составлять несколько лет, а стоимость лежит в пределах от нескольких сот тысяч до нескольких десятков миллионов долларов. Следует отметить, что данные системы предназначены в первую очередь для повышения эффективности управления крупными предприятиями и корпорациями. Требования бухгалтерского или кадрового учета отходят в этом случае на второй план. К данной категории относятся только западные продукты. Последнее утверждение, пожалуй, чересчур категорично - ряд отечественных систем практически приблизились к категории средних интегрированных систем. С этой точки зрения, имеющиеся решения можно, опять-таки очень условно, разделить на ERP и псевдо-ERP, отнеся к категории ERP средние и крупные интегрированные системы, а к категории псевдо-ERP — финансово-управленческие системы.

Для того, чтобы лучше усвоить и понять кто есть кто на рынке информационных систем для предприятий России, предлагается следующая классификация информационных систем (Таб. 1).

Таб. 1. Классификация рынка информационных систем

Тип системы	Локальные системы	Малые интегрированные системы	Средние интегрированные системы	Крупные интегрированные системы
Представители групп	БЭСТ, Инотек, ИНФИН, Инфософт, Супер-Менеджер, Турбо-Бухгалтер, Инфо-Бухгалтер, и еще более 100 систем	Concorde XAL, Exact NS-2000, Platinum, PRO/MIS, Scala, SunSystems, БОСС-Корпорация, Галактика/Парус Ресурс Эталон АССРАС/2000 (СА)	JD Edwards (Robertson & Blums), MFG-Pro (QAD/BMS), SyteLine (СОКАП/SYMIХ), Renaissance CS (ROSS Systems), PRMS (Acacia Technologies)	SAP/R3 (SAP AG), Baan (Baan), ВРСS (ITS/SSA), Oracle Applications (Oracle)

Все приведенные в таблице информационные системы можно разделить на два больших класса: *финансово-управленческие* и *производственные системы*. *Финансово-управленческие* системы включают подклассы локальных и малых интегрированных систем. Такие системы предназначены для ведения учета по одному или нескольким направлениям (бухгалтерия, сбыт, склады, учет кадров и т.д.). Системами этой группы может воспользоваться практически любое предприятие, которому необходимо управление финансовыми потоками и автоматизация учетных функций (например, БЭСТ, Парус). Системы этого класса по многим критериям универсальны, хотя зачастую разработчиками предлагаются решения отраслевых проблем, например, особые способы начисления налогов или управление персоналом с учетом специфики регионов. Универсальность приводит к тому, что цикл внедрения таких систем невелик, иногда можно воспользоваться «коробочным» вариантом, купив программу и самостоятельно установив ее на одном или нескольких персональных компьютерах.

Финансово-управленческие системы (особенно системы российских разработчиков) значительно более гибкие в адаптации к нуждам конкретного российского предприятия. Часто предлагаются «конструкторы», с помощью которых можно практически полностью перекрыть исходную систему, самостоятельно или с помощью поставщика установив связи между таблицами баз данных или отдельными модулями. Хотя общая конфигурация систем может быть достаточно сложна, практически все финансово-управленческие системы способны работать на персональных компьютерах в обычных сетях передачи данных Novell Netware или Windows NT. Они опираются на технологию выделенного сервера базы данных (file server), которая характеризуется высокой загрузкой сетевых каналов для передачи данных между сервером и рабочими станциями. Только отдельные из предлагаемых в России систем такого класса были разработаны для промышленных баз данных (Oracle, Sybase, Progress, Informix, SQL Server). В основном использовались более простые средства разработки Clipper, FoxPro, dBase, Paradox, которые начинают давать сбои на сложных конфигурациях сети и при увеличении объемов обрабатываемых данных.

Производственные системы включают подклассы средних и крупных интегрированных систем. Эти системы, в первую очередь, предназначены для управления и планирования производственного процесса. Учетные функции, хотя и глубоко проработаны, выполняют вспомогательную роль, и порой невозможно выделить модуль бухгалтерского учета, так как информация в бухгалтерию поступает автоматически из других модулей (например PRMS, SAP/R3).

Производственные системы значительно более сложны в установке (цикл внедрения может занимать от 6-9 месяцев до полутора лет и более). Это обусловлено тем, что система покрывает потребности всего производственного предприятия, что требует значительных совместных усилий сотрудников предприятия и поставщика программного обеспечения.

Производственные системы часто ориентированы на одну или несколько отраслей и/или типов производства:

- серийное сборочное (электроника, машиностроение)
- малосерийное и опытное (авиация, тяжелое машиностроение)
- дискретное (металлургия, химия, упаковка)
- непрерывное (нефте- и газодобыча)

Имеют значение также различные типы организации самого производственного процесса. Например, для дискретного производства возможно:

- циклическое повторное производство (repetitive manufacturing) - планирование выполняется на определенный срок (квартал, месяц, неделя)
- производство на заказ (make-to-order) - планирование только при поступлении заказа
- разработка на заказ (engineering-to-order) - самостоятельная разработка каждого нового заказа с последующим производством
- производство на склад (manufacture-to-stock)
- смешанное производство (mixed mode manufacturing) - для производства конечного продукта используется несколько типов организации производственного процесса

Такая специализация отражается как в наборе функций системы, так и в существовании бизнес моделей данного типа производства. Наличие встроенных моделей для определенных типов производства отличает производственные системы друг от друга. Производственные системы по многим параметрам значительно более жесткие, чем финансово-управленческие. Производственное предприятие должно, в первую очередь, работать как хорошо отлаженные часы, где основными механизмами управления являются планирование и оптимальное управление производственным процессом, а не учет количества счетов-фактур за период. Эффект от внедрения производственных систем заметен на верхних эшелонах управления предприятием, когда видна вся взаимосвязанная картина работы, включающая планирование, закупки, производство, запасы, продажи, финансовые потоки и многие другие аспекты.

При увеличении сложности и широты охвата функций предприятия системой возрастают и требования к технической инфраструктуре и компьютерной платформе. Все без исключения производственные системы разработаны с помощью промышленных баз данных. В большинстве случаев используется технология клиент-сервер, которая предполагает разделение обработки данных между выделенным сервером и рабочей станцией. Технология клиент-сервер оправдывает себя при обработке больших объемов данных и запросов, так как позволяет оптимизировать интенсивность передачи данных по компьютерной сети (Таб. 2). Ядром каждой производственной системы являются воплощенные в ней рекомендации по управлению производством. На данный момент существует четыре свода таких рекомендаций. Они представляют собой описание наиболее общих правил, по которым должно производиться планирование и контроль различных стадий производственного процесса: потребностей в сырье, закупок, загрузки мощностей, распределения ресурсов, объем выпуска и реализации и пр.

Таб. 2. Внедрение, соотношение затрат и стоимостные оценки.

	Локальные системы	Малые интегрированные системы	Средние интегрированные системы	Крупные интегрированные системы
Внедрение	Простое, коробочный вариант	Поэтапное или коробочный вариант, более 4-х месяцев	Только поэтапное, более 6-9-ти месяцев	Поэтапное, сложное, более 9-12-ти месяцев
Функциональная полнота	Учетные системы (по направлениям)	Комплексный учет и управление финансами	Комплексное управление: учет, управление, производство	
Соотношение затрат лицензия/внедрение/оборудование	1/0.5/2	1/1/1	1/2/1	1/1-5/1
Ориентировочная стоимость	5-50 тысяч USD	50-300 тысяч USD	200-500 тысяч USD	500 тысяч, > 1 миллиона USD

Как же понять, какая именно система подходит для конкретного предприятия? Очевидно, что нет смысла тратить сотни тысяч долларов на покупку системы, возможности которой будут использоваться на 5-10%.

Для малых предприятий, торговых фирм и компаний, предоставляющих услуги по соотношению цена/качество наиболее подойдут финансово-управленческие системы, так как основные решаемые ими задачи – это бухгалтерский учет, управление складами продукции, управление кадрами. Финансово-управленческие системы также могут быть использованы на небольших производственных предприятиях, если процесс производства не сложен.

Для малых и средних производственных предприятий, с небольшим количеством юридических лиц и взаимосвязей, наиболее эффективными будут средние интегрированные системы или простые конфигурации интегрированных систем. Для таких предприятий основным критерием является именно управление производством, хотя учетные задачи остаются важными.

Для крупных холдинговых структур, финансово-промышленных групп, управляющих компаний, для которых первостепенное значение имеет управление сложными финансовыми потоками, трансфертными ценами, консолидация информации, во многих случаях скорее подойдут крупные интегрированные системы. Эти системы также обладают хорошими возможностями для решения проблем управления производством и могут удовлетворить весь комплекс требований крупного холдинга.

Для автоматизации гигантских предприятий в мировой практике часто используются крупные, средние и даже мелкие интегрированные системы в комплексе, когда на уровне управления всей структурой работает, например, SAP/R3, а производственные компании пользуются пакетами среднего класса. Создание электронных интерфейсов упрощает взаимодействие между системами и позволяет избежать двойного ввода данных.

В соответствии с мировой практикой, при необходимости более тонкого анализа нескольких систем одного или близких классов, этапу выбора придается большое значение. Каждый проект в области автоматизации должен рассматриваться предприятием как стратегическая инвестиция средств, которая должна окупиться за счет

улучшения управленческих процессов, повышения эффективности производства, сокращения издержек. В выборе правильного решения должно быть, в первую очередь, заинтересовано руководство предприятия. Данный проект должен ставиться на один уровень с приобретением, например, новой производственной линии или строительством цеха.

Общая теория КИС

Первым стандартом управления бизнесом был MPS (master planning scheduling). Суть этого метода заключается в том, что вначале составляется план продаж, в котором указывается объем спроса на продукцию компании с разбивкой как по периодам, так и по срокам. Укрупненный план продаж в этом случае составляется на основе маркетинговых данных, после чего план разбивается по периодам. В соответствие с этим планом формируется план закупок и производства для обеспечения спроса.

Но у этого стандарта есть очень серьезные недостатки – он не учитывает динамики спроса и мало пригоден для планирования производства на крупных предприятиях с развитой номенклатурой как продукции, так и необходимых производственных материалов. Обнаружилось множество производств с существенно динамичным, статистическим поведением потоков продаж и закупок, с громадной номенклатурой закупаемых комплектующих, имеющих различные задержки выполнения заказов на поставки. Следовательно, нужно прогнозировать спрос на длительное время вперед, учитывать длительность (а часто и сезон) производства и потребности в складских площадях. При этом объем заказа тоже часто не может быть выражен в произвольных цифрах. Это проблемы крупного опта.

Но и мелкооптовая, и розничная продажа не статична. Есть различия в потребности различных товаров, так, например, есть товары повседневного, регулярного спроса, но в то же время существуют и товары с абсолютно непредсказуемым спросом. Модель MPS не учитывает таких колебаний спроса. В ответ на это компании приходится держать достаточно крупные запасы любых товаров. В результате возникает “страховой запас” (“Safety stock”) в размере, например, суточной потребности (широко используется это понятие и в производстве с целью гарантировать ритмичный производственный процесс; кроме того, оно может быть использовано для обеспечения потребностей замены вышедшей из строя и предъявленной к гарантийному ремонту техники в торговле и во многих других случаях). Изучение динамики запасов производилось с использованием статистических методов (отсюда “статистическое управление запасами” - “statistical inventory control” - SIC).

Появляются два ключевых понятия в управлении производством: «точка перезаказа» и «уровень пополнения». Точка «перезаказа» (reorder point) определяет уровень складских запасов при снижении планового запаса, ниже которого необходимо спланировать заказ поставщику. Уровень пополнения (запаса товара на складе) есть то количество товара, выше которого не рекомендуется повышать уровень складского запаса конкретного товара.

У этой системы есть одно важное преимущество – она способна учитывать не только необходимые сроки, к которым необходимо предоставить товар. Она способна планировать и сроки доставки товара, учитывая характеристики поставщиков. Именно характеристики поставщиков и являются основой для выставления точки перезаказа и уровень пополнения.

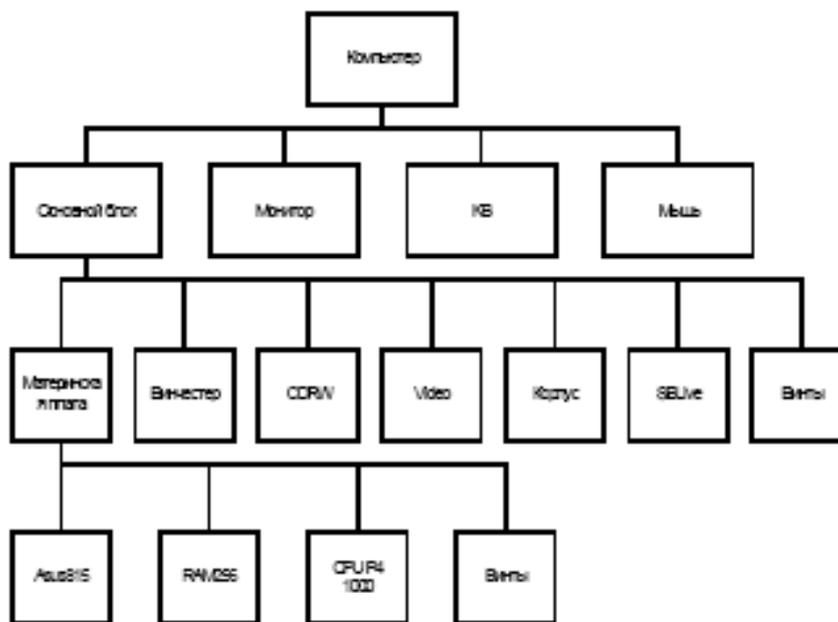
На практике это выглядит следующим образом – если поставщик надежный, то точка перезаказа устанавливается на минимальное значение: товара на складе должно хватить до поступления новой партии. Уровень пополнения (то есть запасы на следующий период) устанавливается в таком случае на наиболее целесообразном уровне – то есть достигается оптимум в соотношении издержек обслуживания заказа и стоимости хранения. Для этого используются стандартные методы управления запасами (например, классическая формула Вильсона – см. любой учебник по логистике).

Кроме того, система, основанная на данной методологии, способна учитывать сезонные и прочие статистические колебания. Для этого в современные компьютерные системы (а данную методологию можно реализовать и вручную!) оснащаются мощными статистическими компонентами для оценки колебаний спроса.

Данная модель выглядит вполне удачно, если потребность в конкретных видах товаров четко определена и нет необходимости планировать производственные ресурсы предприятия. Неопределенность возникает при производстве сложных объектов.

Так, например, спланировать спрос на ресурсы при производстве самолета не представляется возможным. Используя методологию SIC, мы должны были, прежде всего, понять, сколько деталей в самолете, закупить их к началу производства, а потом забирать его со склада. Но это влечет за собой повышение расходов на складирование, подчас очень существенное. Чтобы избежать такой ситуации придумали очень оригинальное и простое решение – четко расписать структуру производимого объекта. Имея такую структуру, можно легко подсчитать необходимое количество ресурсов на каждом этапе производства. Эта структура получила название Bill of Material (BOM) – список компонентов или материальных ценностей. Он представляет собой древовидную структуру изделия, производимого предприятием вплоть до мельчайшей единицы заказа. То есть BOM – это перечень сырья, материалов и комплектующих, необходимых для производства конечного изделия, с указанием нормативов по их использованию, иерархическое описание структуры конечного изделия. В качестве примера можно привести компьютер. Для фирмы сборщика BOM выглядит следующим образом:

Рисунок 1. Bill of material



Список всех необходимых производственных элементов хранится в так называемом Item Master – списке всех необходимых номенклатурных единиц предприятия, в том числе и промежуточные производственные единицы. В этом списке хранятся все характеристики номенклатуры, включая общие физические параметры (единицы хранения, объем, вес, единицы измерения), параметры,

регулирующие закупку (время закупки, требуемые характеристики поставщиков), параметры отгрузки, аналитика планирования (все необходимые параметры для каждого вида планирования), стоимостные характеристики. IM служит источником единиц для BOM.

Планирование происходит следующим образом:

В первую очередь в соответствии со спросом на продукцию составляется план продаж продукции предприятия, а на его основе – объемно-календарный план требуемой продукции. Далее происходит планирование закупок, необходимых для производства.

На основе BOM составляются требования закупок, в которых учитываются характеристики номенклатуры из IM.

Процессы управления запасами стали на порядок сложнее, так как кроме окончательных комплектующих они стали учитывать и промежуточные комплектующие, которые, в свою очередь, могли производиться в ходе «единого» сборочного процесса либо на вспомогательных производствах, а могли – на основе субподряда «на стороне», причем один и тот же узел, например двигатель, может как заказываться, так и производиться.

При этом требования к точности соблюдения сроков поставки такого рода компонент стали на порядок выше, чем ранее для “простых” комплектующих. В результате возникла методология планирования производств (в основном сборочных или “дискретных”), которая была призвана решить проблему формирования заказа на комплектующие и “сборки” (узлы), опираясь на данные (потребности) объемно-календарного плана производства. Она получила название MRP.

Когда ряд американских специалистов в области управления разработали концепцию MRP, было замечено, что существует два типа материалов - с зависимым спросом (для выпуска десяти автомобилей нужно пятьдесят колес - не больше и не меньше - к определенному сроку) и с независимым спросом (типичная ситуация с запасами для торговых предприятий).

Суть и основы MRP

Согласно определению американского специалиста Дж. Орлиски, одного из главных разработчиков системы MRP, система «планирования потребностей в материалах в узком смысле состоит из ряда логически связанных процедур, решающих правил и требований, переводящих расписание в «цепочку требований», синхронизированных во времени, и запланированных «покрытий этих требований для каждой единицы запаса полуфабрикатов, необходимой для выполнения расписания. MRP планирует последовательность требований и покрытий в результате изменений либо в производственном расписании (MPS), либо в структуре запасов, либо в атрибутах продукта» [2]

MRP система оперирует с материалами, полуфабрикатами, спрос на которые зависит от спроса на готовую продукцию. Хотя сама концепция MRP была создана достаточно давно (середина 1950), только с появлением быстродействующих компьютеров началось ее широкое применение на практике.

Основными целями MRP систем являются:

1. удовлетворение потребности в материалах, компонентах и продукции для планирования производства и доставки потребителям
2. поддержка низких уровней запасов
3. планирование производственных операций, расписаний доставки, закупочных операций.

Разберемся с алгоритмом работы MRP-систем. Для простоты речь ниже будет идти о дискретном производстве. Как и всякая компьютерная программа, MRP-система обменивается с окружающей средой входной и выходной информацией:

Таблица 3

Вход		Выход
1. Основной производственный план-график 2. Данные о состоянии запасов 3. Заказы потребителей 4. Спецификация состава изделия	MRP-цикл	1. График заказов на закупку/производство материалов 2. Изменения к графику заказов на закупку/производство материалов

Для работы MRP-модуля требуются следующие входные данные:

- Основной производственный план (MPS)
- Список номенклатуры (IM)
- Данные о состоянии запасов (книга учета запасов, Inventory Status File). В этом документе отражаются вся наличествующая номенклатура: запасы, незавершенное производство, полуфабрикаты, готовая продукция. Кроме того, в этом документе необходимо указать спланированные заказы и заказы в ожидании отгрузки.
- Спецификация состава изделия (BOM)

Результатами работы MRP-модуля являются следующие документы.

- *График заказов на закупку/производство материалов и комплектующих (Planned Order Schedule)* - документ, расписывающий какое количество сырья, материалов, комплектующих должно быть заказано в каждый плановый период в течение срока планирования. Этот документ определяет внутрипроизводственный план сборки комплектующих и план внешних закупок.
- *Изменения к графику заказов на закупку/производство материалов и комплектующих (Changes in planned orders)* - документ, содержащий корректировки ранее спланированных заказов на закупку/производство материалов и комплектующих.

В таблицах 1-2 приведен пример, иллюстрирующий логическую схему MRP-цикла. Собственно MRP-цикл состоит из следующих шагов [11].

1. Составляется таблица общих потребностей в материалах и комплектующих. Последовательность ее создания такова:
 - Древовидная структура BOMа разворачивается в линейный список материалов и комплектующих:
 - узловые элементы различных уровней сборки кодируются - корневому элементу присваивается код 0, элементам самого верхнего уровня сборки - код 1 и т.д. по уровням;
 - если некоторый элемент встречается на различных уровнях, ему присваивается код самого нижнего из этих уровней (и, таким образом, в линейном списке этот элемент встретится только один раз);
 - разузлование состава изделия происходит последовательно по уровням - сначала обрабатывается уровень 0, затем уровень 1, и т.д.

В приведенном ниже примере Компьютеру будет присвоен код 0, Основной блок, Монитор ViewSonicP95F, KB, Mouse- код 1 и так далее. Элемент Винт встречается на более высоком уровне сборки, но учитывается на нижнем уровне.

 - Из книги учета запасов переносятся данные о материалах и комплектующих, необходимых для производства конечного изделия, и, в частности, данные о времени выполнения заказа на их поставку/производство
 - Переносятся плановые показатели выпуска конечного изделия из основного план-графика производства (MPS).
2. По материалу и узлу для каждого планового периода рассчитывается общая производственная потребность в этом материале/узле; при этом используются данные состава изделия (количество каждого материала/узла, необходимое для производства конечного изделия или промежуточного узла) и информация о

времени поставки/производства материалов и комплектующих. Затем по этому материалу на каждый плановый период считается чистая потребность. При этом используются данные о состоянии запасов.

В приведенном примере компонент Память (RAM256) имеет срок доставки – один день. Для сборки одной материнской платы необходимо два модуля памяти. Следовательно, потребность в памяти на сегодняшний день составляет 50 модулей, которые будут пущены в производства материнских плат в 1 периоде, которые поступят в сборку Основных Блоков в 3 периоде, а компьютеров соответственно – в 4 периоде.

Чистая потребность считается по формуле: **чистая потребность = общая потребность - (текущие запасы + активные заказы - страховой запас)**. В идеале MRP-система не должна создавать страховых запасов. Однако в реальности случаются непредвиденные и неустраняемые срывы поставок материалов. Для поддержания процесса производства в подобных ситуациях создают страховой запас. Его размер определяется заранее компетентными лицами и зависит от конкретных условий производственного процесса.

3. Операция продолжается итерационно до тех пор, пока не посчитается потребность самого нижнего уровня. Чистая потребность в ресурсах верхнего уровня служит источником «общей потребности» для источников верхнего уровня.

Так, например, потребность в 20 компьютерах в 3 периоде частично удовлетворяется из запасов (10 штук), а от остальных идет разукладание в соответствии со сроками и ВОР. То есть общая потребность при сборке 10 оставшихся компьютеров порождает общую потребность на 10 мониторов в 1 периоде (срок выполнения заказа – 2 периода). У нас в наличии 7 мониторов на складе, следовательно, чистая потребность в мониторе составляет 3 единицы.

4. По ненулевым чистым потребностям формируется график заказов на закупку/производство материалов и комплектующих. При его создании учитывается время выполнения каждого заказа.

5. Просматриваются заказы, сгенерированные ранее текущего периода планирования. В случае необходимости система пересчитывает сроки и размер заказа и вносит корректировки в сформированный ранее план-график закупок. Эти изменения автоматически регистрируются в базе данных о состоянии запасов (поскольку создание, отмена или модификация заказа влияет на статус соответствующего ему материала).

Представленная схема работы MRP-цикла очень упрощена. В реальности необходимо учитывать огромный спектр особенностей конкретного производственного процесса. Поэтому MRP-системам приходится просчитывать огромное количество информации, и длительность MRP-цикла может измеряться часами даже на современном уровне развития вычислительной техники.

Как видно из примера, система MRP позволяет снизить затраты на хранение, сохраняя лишь тот запас, который необходим на конкретный период. Но в то же время система не учитывает такие факторы как, например, широкий ассортимент производимых товаров, конструктивную сложность конечных изделий, территориальную разбросанность складов, регулярные сбои поставок комплектующих.

Отсутствие контроля выполнения плана закупок и механизма корректировки этого плана в случае возникновения ситуаций, мешающих его нормальному исполнению, может привести к срыву объемно-календарного плана. Даже самый совершенный график закупок материалов не может гарантировать, что, например, служащие чего-нибудь в нем не

напутают, или что в нужный момент на счету у предприятия будут деньги для оплаты поставок. Поэтому сгенерированные MRP-модулем заказы могут оказаться нереализованными, что потребует корректировки сформированного им плана закупок. Но ни фиксация сбоя в выполнении плана поставок, ни соответствующая корректировка плановых заданий в MRP-модуль не заложены. Запускать MRP-цикл заново каждый раз при обнаружении нарушений неэффективно, так как это занимает много времени и требует больших ресурсов.

В приведенном примере цикл MRP не контролирует за возможность выполнения объемно-календарного плана. Разворачивая объемно-календарный план, мы понимаем, что нам не хватает на день планирования 22 материнских плат ASUS815. В нашем варианте скорректировать план не сложно – стоит перенести заказ на 22 единицы конечной продукции на сутки позже. Но если предприятие производит большой объем сложной продукции с частично изменяемой номенклатурой, ручная корректировка плана представляется невозможной.

Удешевление компьютеров, доступность вычислительных систем реального времени и опыт работы с MRP позволили в конце 70-х годов создать расширенную модификацию MRP-методологии - методологию планирования материальных потребностей в замкнутом цикле.

Термин «в замкнутом цикле» отражает основную особенность новой методологии - осуществление обратной связи по состоянию выполнения сформированных планов.

Помимо базовой функции планирования потребности в материалах (Closed Loop) MRP-модули содержат дополнительную функцию - контроль фактического состояния производства и выполнения заказов на закупку материалов и комплектующих. Если анализирующая подсистема модуля выявила значительные нарушения плановых показателей, она инициирует внесение корректив в ранее принятые планы. Модификация старых планов выполняется в режиме «MRP-цикл с учетом чистых изменений». Его отличие от обычного MRP-цикла заключается в том, что обрабатываются только те изменения, которые появились со времени последнего прогона MRP. Это позволяет быстро привести график закупок в соответствие с реальной ситуацией.

Второй недостаток модели MRP - это ограниченный учет производственных факторов. Планируя только материальные потребности не возможно обеспечить выполнения производственного плана. В этой модели не хватает учета производственных возможностей предприятия. По началу эту проблему решали следующим образом: вводилась зависимость срока готовности товара (Lead time) от его количества в очереди. То есть, чем больше у нас полуфабрикатов, тем дольше они будут переводиться в разряд готового товара. Это зачатки модели с учетом производственных мощностей.

Одно лишь детальное планирование материальных потребностей не может обеспечить эффективное выполнение производственного плана. Необходимо еще оценить, хватит ли для этого производственных мощностей, трудовых и финансовых ресурсов. Помимо этого, для управления себестоимостью продукции (одна из целей разработки MRP-методологии) одного материального учета мало: нужно проанализировать и другие факторы производственного процесса.

В системе MRP предотвратить сбой в производственном процессе, а также учесть изменение в производственном плане можно лишь, увеличив как страховой запас между этапами производства, так и запас материалов и готовой продукции. Наличие таких запасов снижает эффективность производства, удерживая оборотные средства предприятия, тем самым, повышая издержки. Так, например, хранение товара на сумму 1000 000 рублей при рыночной ставке процента в 7,5% принесет издержки равные 205 рублям в сутки. К этой сумме необходимо прибавить еще выгоду, которую предприятие может получить от реинвестирования этих денег (альтернативные издержки). Эти

издержки повышают стоимость готовой продукции, но в то же время они обеспечивают устойчивость всей системы производства при колебаниях спроса.

Именно здесь можно применять методологию управления рисками (классический Risk Management). Устанавливая уровни страховых запасов, необходимо, с одной стороны, учитывать надежность поставщика, а с другой - цену надежности и стоимость хранения запасов (рента на связанный капитал, альтернативные издержки связанного капитала, чистая стоимость хранения).

В связи с вышеперечисленными недостаткам, можно ограничить сферу применения алгоритма MRP. Алгоритм MRP является чрезвычайно эффективным при длинных производственных циклах, стабильном спросе, изменение которого сопоставимо со временем корректировки алгоритмов. С другой стороны, системы MRP не возможно применять при сложной структуре производства, где следует учитывать мощности, необходимые для производства.

В силу этих недостатков возникла новая концепция MRP II (Manufacturing Resource Planning - планирование производственных ресурсов).

Методология MRP II: планирование производственных ресурсов (Manufactory Resource Planning)

MRP II представляет собой методологию, направленную на более широкий охват ресурсов предприятия, нежели MRP. В отличие от MRP, в системе MRP II производится планирование не только в материальном, но и в денежном выражении. MRP II - это набор проверенных на практике разумных принципов, моделей и процедур управления и контроля, служащих повышению показателей экономической деятельности предприятия. MRP II Standart System содержит описание 16 групп функций системы (стандарты APICS):

1. Sales and Operation Planning (Планирование продаж и производства).
2. Demand Management (Управление спросом).
3. Master Production Scheduling (Составление плана производства).
4. Material Requirement Planning (Планирование материальных потребностей).
5. Bill of Materials (Спецификации продуктов).
6. Inventory Transaction Subsystem (Управление складом).
7. Scheduled Receipts Subsystem (Плановые поставки).
8. Shop Flow Control (Управление на уровне производственного цеха).
9. Capacity Requirement Planning (Планирование производственных мощностей).
10. Input/output control (Контроль входа/выхода).
11. Purchasing (Материально техническое снабжение).
12. Distribution Resource Planning (Планирование ресурсов распределения).
13. Tooling Planning and Control (Планирование и контроль производственных операций).
14. Financial Planning (Управление финансами).
15. Simulation (Моделирование).
16. Performance Measurement (Оценка результатов деятельности).

Как уже было сказано, все эти модули развивались поэтапно, в 80-х годах были сведены в единую методологию. Схема MRP II представлена на рисунке 2.

Структура MRP II охватывает все основные функции планирования сверху вниз. С точки зрения теории управления система MRP II имеет наилучшую структуру. Она охватывает все горизонты планирования, использует разные степени детализации. Для каждого

уровня планирования характерны свои условия и ограничения в зависимости от уровня планирования.

Бизнес-планирование. Бизнес-план - это обычно план на год, который также составляется на ежегодной основе. Иногда он неоднократно пересматривается в течение года. Как правило, он является результатом совещания управленческого состава, на котором сводятся планы продаж, инвестиций, развития основных средств и потребности в капитале и бюджетировании. Эта информация подается в денежном выражении. Бизнес-план определяет плановые показатели по объемам продаж и производства, а также другие планы низшего уровня. По сути дела в этом плане необходимо указать планируемую прибыль, затраты, доходы и другие финансовые показатели как основной, так и вспомогательной деятельности. По сути этот план – желаемая и возможная структура денежных потоков предприятия.

Рисунок 2. Схема MRP II.



Планирование объемов продаж и деятельности. Бизнес план предприятия преобразуется в планы продаж. Как правило, этот план более детализирован, чем бизнес план. Он носит среднесрочный характер. Производственные мощности не учитываются или учитываются укрупнено. Этот план показывает что и в каких объемах необходимо производить для реализации бизнес плана.

Планирование производства. План продаж по видам продукции разворачивается в объемно-календарный план производства видов продукции. В этом плане впервые в качестве планово-учетных

единиц участвуют изделия, но представление о них носят усредненный характер. На некрупных предприятиях этот модуль объединяется с предыдущим, но при сложной номенклатуре, больших объемах выпуска необходимо планировать производство независимо от плана продаж.

Составление графика выпуска продукции. План производства преобразуется в план выпуска продукции. Как правило, это среднесрочный объемно-календарный план, который показывает когда и в каком количестве должно быть изготовлено конкретное изделие.

Планирование потребностей в материальных ресурсах. На этом этапе происходит планирование потребности в ресурсах на конкретные даты для обеспечения выпуска конкретной продукции.

Планирование производственных мощностей. В этом модуле выполняются расчеты по определению и сравнению располагаемых и потребных производственных мощностей. С небольшими изменениями этот модуль может применяться не только для производственных мощностей, но и для других видов производственных ресурсов, способных повлиять на пропускную способность предприятия. Подобные расчеты, как правило, производятся после формирования планов практически всех предыдущих

уровней с целью повышения надежности системы планирования. Иногда решение данной задачи включают в модуль соответствующего уровня.

Оперативное управление производством. Здесь формируются оперативные планы-графики. В качестве планово-учетных единиц могут выступать детали (партии), сборочные единицы глубокого уровня и т. п. Период, охватываемый планированием, невелик (от нескольких дней до месяца). [1]

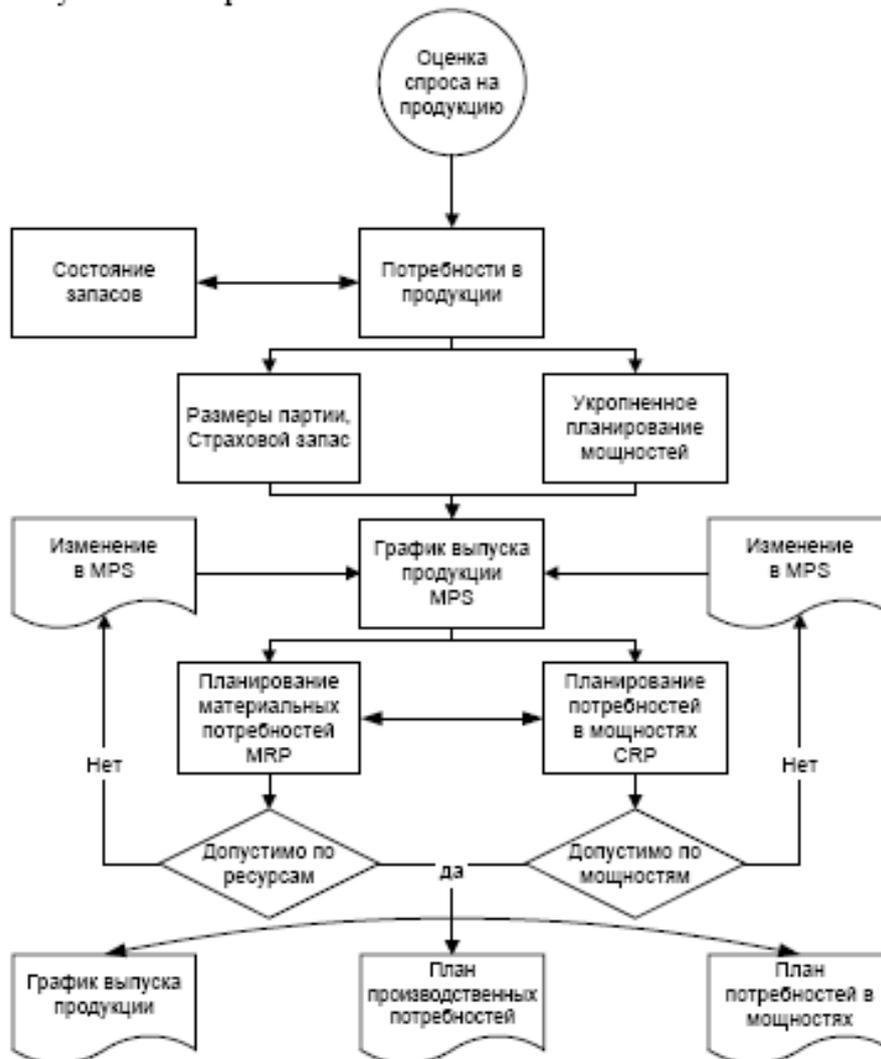
Связь между уровнями в MRP II обеспечивается с помощью универсальной формулы: задача планирования на каждом уровне реализуется как ответ на три вопроса:

1. Что необходимо выполнить?
2. Что необходимо для этого?
3. Что имеется в настоящее время?

В качестве ответа на первый вопрос всегда выступает план более высокого уровня. Этим и обеспечивается связь между уровнями. Структура ответов на последующие вопросы зависит от решаемой задачи.

Алгоритм работы систем MRP II приведен на рисунке 3.

Рисунок 3. Алгоритм MRP II



Как видно из схемы, система MRP лишь является составной частью MRP II и представлена в варианте Closed Loop. В данной модели уже изначально заложен контроль за соответствием планов реальным возможностям. MPS корректируется в соответствии с результатами работы модуля MRP. Конечно, данная модель достаточно требовательна к вычислительным ресурсам предприятия, но в то же время, результатом ее работы будет выполнимый план производства.

Но планирование только лишь потребностей в материальных ресурсах не может удовлетворить предприятие. В связи с этим появилась методология планирования производственных мощностей – CRP (Capacity Requirements Planning) Уровень сложности данной задачи существенно выше чем MRP, так как станки могут переналаживаться и использоваться для производства различных операций, кроме того, на различных станках может выполнять операции один рабочий, соответственно, кроме “машинного времени” существенно значение имеет и “рабочее время”, опять же существуют графики сменности, перерывы и т.д. В массе простых систем CRP эти тонкости не учитываются, так как обычно производство имеет некоторый “задел” по мощности, что и “сглаживает” проблемы. Для более критичных процессов были разработаны специализированные системы планирования, учитывающие особенности загрузки рабочих центров и ограниченную их мощность, но об этом чуть ниже.

Основная задача методологии CRP - проверить выполнимость основного план-графика с точки зрения имеющегося оборудования и, если он выполнен, оптимизировать загрузку производственных мощностей.

Для работы CRP-модуля требуется следующая входная информация.

- Составленный MRP-модулем график заказов на закупку/производство материалов и комплектующих (Planned Order Schedule).
- Данные об имеющихся мощностях - документ, максимально полно раскрывающий информацию о каждом рабочем центре, в том числе:
 - общую информацию - идентифицирующий код, название, описание структуры рабочего центра, его мощность и пр.
 - состав производственного оборудования - список машин и механизмов данного рабочего центра с указанием идентифицирующих кодов, обслуживающего персонала, производственных операций, выполняемых в привязке к этим машинам и механизмам, и нормативной трудоемкости этих операций
- Технологическая схема изготовления конечного изделия (Routing Plan) - документ, описывающий все операции, необходимые для изготовления конечного изделия, с указанием для каждой производственной операции:
 - содержания операции
 - рабочего центра, в котором она должна выполняться
 - оборудования этого рабочего центра, используемого для выполнения операции
 - времени операции в человеко-часах, включая вспомогательное время (например, на переналадку оборудования)

Механизм работы CRP-модуля принципиально похож на механизм MRP. Вместо основного план-графика производства в нем используется график заказов на закупку/производство материалов и комплектующих, поступающий из MRP-модуля. Роль спецификации состава изделия играет технологическая схема изготовления конечного изделия, каждый уровень сборки конечного изделия характеризуется набором операций, необходимых для изготовления определенного узла. На основе анализа исходной информации CRP-модуль считает необходимые для выполнения производственного план-графика мощности, сравнивает их с имеющимися на предприятии и, в зависимости от результата, формирует на выходе следующие данные:

- Величину превышения/недостатка производственных мощностей. В этом случае плановикам следует изменить производственную программу и повторить процесс сначала.
- Если мощностей хватает, то автоматически составляются следующие документы:
 - План загрузки производственных мощностей - документ, который показывает для каждой единицы производственных мощностей степень ее загрузки в каждый плановый период
 - План загрузки рабочего персонала - документ, аналогичный предыдущему. Определяет величину занятости каждого производственного рабочего в каждый плановый период.
 - План-график производственных работ - документ, определяющий последовательность и характеристику операций, совершаемых на каждой производственной единице в каждый плановый период. По этому документу впоследствии строится вся работа предприятия по производству конечного изделия.

Следует отметить, что, несмотря на схожесть алгоритмов работы, техническая реализация CRP гораздо сложнее, чем реализация MRP. В CRP требуется учесть большее количество параметров: в MRP каждому уровню сборки конечного изделия сопоставляются однородные характеристики - материалы и комплектующие, тогда как в CRP каждому уровню изготовления конечного изделия сопоставляются неоднородные характеристики – операции, которые различаются, помимо содержания, рабочими центрами, машинами, трудовыми ресурсами, привлекаемыми для их совершения. При этом окончательный результат работы CRP содержит, помимо оценки необходимых мощностей, распределение работ по времени. Это очень ресурсоемкая вычислительная задача.

Опять же, для CRP характерна работа в замкнутом цикле, то есть корректировка MPS, если нет возможности его выполнить. Но по скорректированному MPS необходимо заново пересчитать не только CRP, но и MRP, что порождает огромную циклическую нагрузку на сервер, поэтому применяют различные алгоритмы, упрощающие процесс перепланирования.

Необходимо отметить, что рассмотренная модель несколько упрощена и сформирована специально для производства типа «сборка на заказ» (стандарты APICS). Особенностью этого производства является вариабельность состава изделия от заказа покупателя, при этом все исходные компоненты считаются имеющимися на складе или доступными по субподрядному заказу. Данный вид производства отличается от «производства на заказ», в котором компонент готового изделия, специфицированных в заказе покупателя, должен быть произведен на самом предприятии (то есть отсутствует на складе), или, например, от «конструирования на заказ», при котором компоненты готовой продукции должны быть спроектированы (что требует времени и затрат) и только затем произведены или заказаны на стороне. Отличается и система планирования для *Процессного производства*, так как характерной деталью последнего является только приблизительное соответствие между объемом и/или качеством произведенной продукции и объемом и/или качеством использованного сырья, в результате чего практически применяются различные принципы для планирования объема производства и для списания сырья. Последнее делается, как правило, обратным расчетом, то есть от объема фактического выпуска готовой продукции. Различия в типах производства не влияют на применимость идеи алгоритмов MRP и MRP II, но вносят очень серьезные изменения в процесс планирования. Так, например, планирование производства бумаги отличается от процесса планирования сборки компьютеров чрезвычайно сильно. Связано это, прежде всего, с различными характеристиками производства и материалов. Учитывать древесину тяжело, так как ее характеристики изменяются из-за различных факторов, таких как влажность воздуха, возраст дерева, порода, ГОСТ древесины. То есть можно спланировать производство для одного типа древесины, а на складе окажется совершенно иное. Эти несоответствия

устраняются путем применения несколько иных моделей планирования. Так для производства бумаги вводятся унифицированные стандарты древесины, к которым приводятся все остальные путем изменения характеристик. Самый простой пример – учет влажности зерна для производства муки. При планировании берется зерно 5% влажности, а вес поступившего от контрагентов зерна учитывается без веса воды в нем.

Системы класса MRP II широко применяются не только на производстве. Подобные алгоритмы применимы, например, для торговых предприятий, для предприятий в сфере услуг.

Достоинства MRP II очевидны:

- Прежде всего, сохранены все достоинства MRP
- Повышение эффективности планирования за счет учета производственных факторов. То есть правильно настроенная система всегда сможет выдать выполнимый план производства не только по заказам, но и по производству
- Возможность корректировать MPS автоматически, если невозможно выполнить его по заказам или по производству таким образом, чтобы выполнить план более высокого уровня

Длительный процесс внедрения MRP II позволил так же выявить ряд недостатков, в числе которых:

- Ориентация системы исключительно на имеющиеся заказы, что затрудняло принятие решений на длительную перспективу
- Слабая интеграция с системами конструирования и проектирования продукции, что особенно важно для компаний, производящих сложную продукцию
- В системах MRP II отсутствует управление затратами
- Отсутствие интеграции с другими подразделениями предприятия.

Именно эти проблемы были призваны решить системы нового класса – ERP (Enterprise Resources Planning) - системы планирования ресурсов предприятия.