

Системы класса MRP

История систем MRP.

Любая производственная компания борется за конкурентоспособность своих товаров на рынке.

Основными целями производственных компаний являются:

- снижение реальной себестоимости продукции
- повышение производительности производства за счет эффективного планирования производственных мощностей и ресурсов.

С начала 60-х г.г., когда появилась возможность хранения и анализа больших объемов данных (время первых операционных систем и вычислительных комплексов для предприятий), стала развиваться отрасль разработки программного обеспечения для предприятий.

Задача планирования потребностей в материалах (Materials Requirements Planning, MRP) оказалась той первой задачей, которая привела к созданию целой индустрии программного обеспечения для управления предприятием.

Решение задачи планирования потребностей в материалах реализуется с помощью алгоритма, который также носит название MRP-алгоритма.

MRP-алгоритм – это алгоритм оптимального управления заказами на готовую продукцию, производством и запасами сырья и материалов.

MRP-методология – это реализация MRP-алгоритма с помощью компьютерной системы.

Реализация системы, работающей по этой методологии представляет собой компьютерную программу, позволяющую оптимально регулировать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства. Главной задачей MRP является обеспечение гарантии наличия необходимого количества требуемых материалов и комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования, наряду с возможным уменьшением постоянных запасов, а, следовательно, разгрузкой склада.

В настоящее время MRP системы присутствуют практически во всех интегрированных информационных системах управления предприятием.

MRP системы базируются на планировании материалов для оптимальной организации производства и включают непосредственно функциональность **MRP**, функциональность по описанию и планированию загрузки производственных мощностей **CRP** (Capacity Resources Planning) и имеют своей целью создание оптимальных условий для реализации производственного плана выпуска продукции.

Функционирование MRP системы

Терминология

- **Материалы** - все сырье и отдельные комплектующие, составляющие конечный продукт.
- **MRP-система, MRP-программа** - компьютерная программа, работающая по MRP алгоритму.

- **Статус материала** является основным указателем на текущее состояние материала. Каждый отдельный материал в каждый момент времени имеет статус в рамках MRP-системы, например:
 - материал есть в наличии на складе,
 - материал есть на складе, но зарезервирован для других целей
 - материал присутствует в текущих заказах
 - заказ на материал планируется

Как видно, статус материала отражает степень готовности этого материала быть пущенным в производственный процесс.

- **Страховой запас (safety stock)** материала необходим для поддержания процесса производства в случае возникновения непредвиденных и неустранимых задержек в его поставках. По сути, в идеальном случае, если механизм поставок полагать безупречным, MRP-методология не постулирует обязательное наличие страхового запаса, и его объемы устанавливаются различными для каждого конкретного случая, в зависимости от сложившейся ситуации с поступлением материалов. Подробнее об этом будет рассказано ниже.
- **Потребность в материале** в MRP-программе представляет собой определенную количественную единицу, отображающую возникшую в некоторый момент времени в течение периода планирования необходимость в заказе данного материала.

Различают понятия **полной потребности в материале**, которая отображает то количество, которое требуется пустить в производство, и **чистой потребности**, при вычислении которой учитывается наличие всех страховых и зарезервированных запасов данного материала. Заказ в системе автоматически создается по возникновению отличной от нуля чистой потребности.

MRP–система как черный ящик

Основные элементы MRP системы можно разделить на элементы, предоставляющие информацию, программная реализация алгоритмической основы MRP и элементы, представляющие результат функционирования программной реализации MRP.

На рис. 1 показаны входные и выходные параметры для MRP-системы.



Рисунок 1. Входы и выходы MRP-системы.

Входные данные

Программа производства (Основной Производственный План-график (ОПП), Master Production Schedule (MPS))

Основной производственный план, как правило, формируется для пополнения запаса готовой продукции или удовлетворения заказов потребителей.

На практике разработка ОПП представляется петлей планирования. Первоначально формируется черновой вариант для оценки возможности обеспечения реализации по материальным ресурсам и мощностям.

Система MRP осуществляет детализацию ОПП в разрезе материальных составляющих. Если необходимая номенклатура и ее количественный состав не присутствует в свободном или заказанном ранее запасе или в случае неудовлетворительных по времени планируемых поставок материалов и комплектующих, ОПП должен быть соответствующим образом скорректирован.

Как правило, исходный ОПП составляется исходя из потребностей производства, а не возможностей исполнения. Поэтому начальный план может быть выполним, а может быть и не выполним, исходя из ограниченных возможностей производственной системы.

Поскольку в MRP нет возможности различать реальный и нереальный ОПП, то возникает необходимость предложенный план несколько раз обрабатывать в системе MRP, для того чтобы получить более детальную картину требований, которые затем сравниваются с реальными возможностями производства.

Если данный план оказался нереальным, то введением новых вариантов, пропускаемых через MRP можно попытаться максимально приблизить его к реальному графику. На этом этапе план “замораживается”, по крайней мере, на ближайшее время. Таким образом, устанавливается твердый план-график, на основе которого можно планировать потребности производства.

Неустойчивость краткосрочных планов, а также частое изменение количественных и/или временных параметров может сделать планы материальных потребностей совершенно нереальными. Избежать подобных проблем помогает определенный *временной интервал* (временной барьер), запрещающий вносить изменения в планы.

После проведения необходимых итераций ОПП утверждается как действующий и на его основе осуществляется запуск производственных заказов.

Перечень составляющих конечного продукта (Ведомость материалов и состав изделия (BM), Bill Of Materials (BOM))

Ведомость материалов (BM) представляет собой номенклатурный перечень материалов и их количества для производства некоторого узла или конечного изделия. Совместно с составом изделия BM обеспечивает формирование полного перечня *готовой продукции, количества материалов и комплектующих* для каждого изделия и *описание структуры изделия* (узлы, детали, комплектующие, материалы и их взаимосвязи).

Ведомость материалов и состав изделия представляют собой таблицы базы данных, информация которых корректно отражает соответствующие данные, при изменении физического состава изделия или BM состояние таблиц должно быть своевременно скорректировано.

Часто внутреннюю структуру ведомости материалов представляют в виде *дерева структуры изделия*, которое дает визуальное представление о подузлах и компонентах, необходимых для сборки продукта.

Пример:

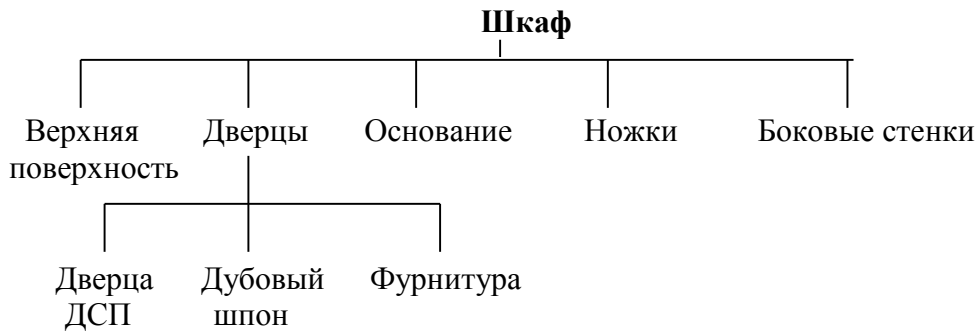


Рис 2. Дерево структуры продукта для шкафа.

Дерево структуры изделия полезно для иллюстрации того, как список материалов используется для определения количества каждого из элементов (производственных потребностей), необходимых для получения требуемого числа конечных продуктов.

Когда производственные потребности вычисляются в системе MRP, программа просматривает уровень за уровнем дерево структуры продукта, начиная с вершины.

Замечание.

Если компонент встречается более чем на одном уровне, то его необходимое общее количество уже нельзя определить, пока не будут просмотрены все уровни.

Описанный алгоритм вычислений можно улучшить, если использовать упрощение – все появления элемента на дереве продукта следует полностью отражать на самом нижнем уровне.

Описание состояния материалов (Состояние запасов, Stock/Requirement List)

Текущее состояние запасов отражается в соответствующих таблицах базы данных с указанием всех необходимых характеристик учетных единиц. Каждая учетная единица, вне зависимости от вариантов ее использования в одном изделии или многих готовых изделиях должна иметь только одну идентифицирующую запись с уникальным кодом. Как правило, идентификационная запись учетной единицы содержит большое количество параметров и характеристик, используемых MRP системой, которые можно классифицировать следующим образом:

- *общие данные:* код, описание, тип, размер, вес ...
- *данные запаса:* единица запаса, единица хранения, свободный запас, оптимальный запас, запланированный к заказу, заказанный запас, распределенный запас, признак партии/серии ...
- *данные по закупкам и продажам:* единица закупки/продажи, основной поставщик, цена,...
- *данные по производству* и производственным заказам и т.д.

Записи учетных единиц обновляются всякий раз при выполнении операций с запасами, например, запланированные к закупке, заказанные к поставке, оприходованные, брак и т.д.

Основные операции

MRP начинается с создания графика (т.е. объемно-календарного плана MSP), представляющего собой предполагаемый план выпуска конечного продукта. Объемно-календарный план в свою очередь превращается в ряд плановых показателей, являющихся основой для дальнейшего планирования потребностей в материалах, комплектующих и узлах. При составлении объемно-календарного плана следует принимать во внимание прогноз, укрупненный производственный план, маркетинговые планы, планы замены продуктовых линеек, а также незавершенное производство, наличие запасов материалов и производственных мощностей.

Исходя из требований к конечному продукту, MRP формирует синхронные по времени заявки по сырью, деталям и сборочным узлам, используя список материалов.

На рисунке 3 приведен пример временной диаграммы сборочного процесса, показывающий сроки заказов, необходимые для обеспечения планового выпуска готовой продукции.

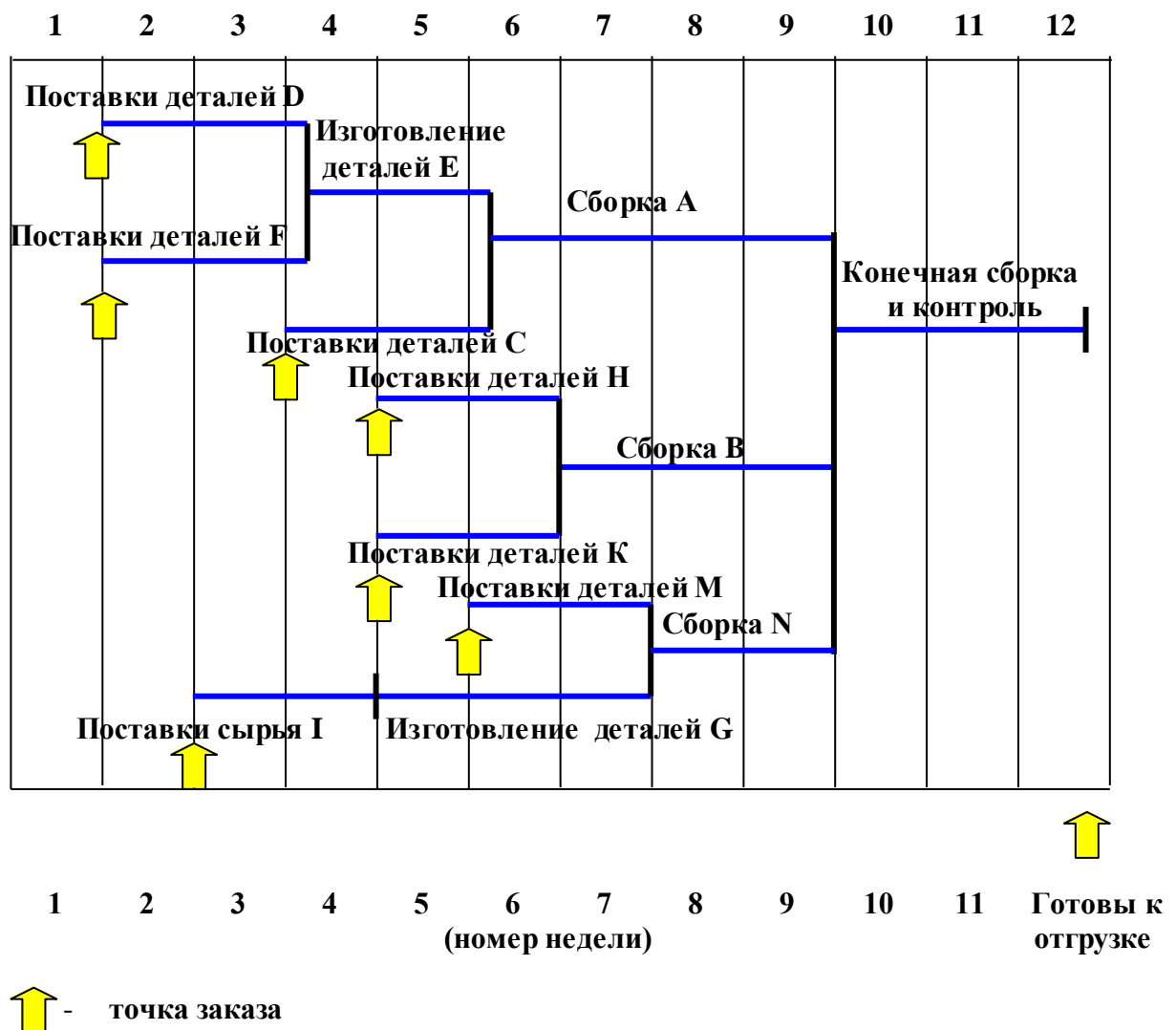


Рисунок 3. Временная диаграмма сборочного процесса, которая показывает сроки заказов, необходимых для обеспечения планового выпуска готовой продукции.

В результате обработки списка материалов получают количества, которые учитывают наличные запасы или заказы в процессе исполнения, и поэтому называемые общей

(валовой) потребностью (*брутто-потребность*). Материалы, которые действительно необходимо вновь заказать для соответствия количеству, указанному в контрольном графике, называются чистыми материально-производственными потребностями (*нетто-потребностей*).

Процесс определения чистых материальных потребностей является ядром MRP и представляет собой выражение:

$$P_{\text{нетто } t} = P_{\text{брутто } t} - Z_{\text{нал } t} + Z_{\text{резер.}}$$

где

$P_{\text{нетто } t}$ - чистые потребности за период t ;

$P_{\text{брутто } t}$ - общие потребности за период t ;

$Z_{\text{нал } t}$ - предполагаемый запас за период t ;

$Z_{\text{резер.}}$ - резервный запас

Чистые потребности иногда корректируются, чтобы включить допуск на непроизводственные затраты и материальные потери.

Распределение поставок по времени и размерам (т.е. заказ материалов у поставщиков или их производство в рамках предприятия) определяется по *заказ-релизам*.

График получения заказных материалов определяется *плановыми заказами*.

В зависимости от политики предприятия в сфере заказов, заказ-релизы могут выпускаться по общему количеству материала, или же по количеству на определенное время. Хотя возможны и другие варианты, но эти два варианта используются наиболее часто.

В MRP используются две основные системы обновления данных:

- 1) регенеративная система;
- 2) система чистых изменений.

Отличие систем в том, что *регенеративная система обновляется периодически, а система чистых изменений – постоянно*.

Регенеративная система, собирая все изменения, имеющие место в пределах установленного интервала, является по своей сути пакетной системой, периодически обновляющей систему. При применении полученной информации разрабатывается скорректированный план производства способом, аналогичным способу разработки первоначального плана. Используется, в основном, для сравнительно стабильных систем.

Система *чистых изменений* представляет собой коррекцию плана с отражением всех изменений по мере их поступления. Например, информация о возврате дефектных комплектующих появляется в системе в момент своего возникновения. Система больше подходит для коррекции планов часто изменяющихся систем.

Итак, мы установили, что MRP система выполняет следующие основные операции:

- на основании ОПП определяется количественный состав конечных изделий для каждого периода времени планирования
- к составу конечных изделий добавляются запасные частей, не включенных в ОПП
- для ОПП и запасных частей определяется общая потребность в материальных ресурсах в соответствии с ВМ и составом изделия с распределением по периодам времени планирования

- общая потребность материалов корректируется с учетом состояния запасов для каждого периода времени планирования
- осуществляется формирование заказов на пополнение запасов с учетом необходимых времен опережения

Выходные данные

Результатами работы MRP системы являются:

- план-график снабжения материальными ресурсами производства - количество каждой учетной единицы материалов и комплектующих для каждого периода времени для обеспечения ОПП.

Для реализации плана-графика снабжения система порождает **план-график заказов** в привязке к периодам времени, который используется для размещения заказов поставщикам материалов и комплектующих или для планирования самостоятельного изготовления

- изменения плана-графика снабжения – внесение корректировок в ранее сформированный план-график снабжения производства. Такие корректировки могут включать как отмену заказа, так и пересмотр даты или величины заказа.

- *Выполнение заказа*, представляющее собой разрешение на выполнение плановых заказов.

- Ряд отчетов, необходимых для управления процессом снабжения производства. К таким отчетам можно отнести:

- 1) *Отчеты по контролю над исполнением*, информация которых используется менеджерами для определения стоимости исполнения и показывает отклонение от планов (включая пропущенные поставки и отсутствие запасов).
- 2) *Отчеты по планированию*, включающие в себя как обязательства по закупкам, так и другие данные полезные для прогнозирования будущих требований по запасам.
- 3) *Отчеты по исключительным ситуациям*, концентрирующие внимание на основных несоответствиях, например, таких как опоздавшие или просроченные заказы, слишком большой процент брака, ошибки в отчетности, требования на несуществующие детали.

Широкий диапазон выходных параметров, как правило, позволяет адаптировать MRP к специфическим требованиям пользователя