**Системы класса MRP**

Одной из важнейших составляющих управленческой деятельности на любом предприятии является *эффективное планирование деятельности*. Необходимость планирования вызвана тем, что основные задержки в производстве продукции связаны в первую очередь с неритмичными поставками заказанного оборудования и комплектующих изделий. Вследствие этого снижается эффективность производства (из-за недопроизводства продукции), а на складах возникает переизбыток материалов, поступивших ранее намеченного срока, скапливается готовая и внеплановая продукция. Кроме того, из-за нарушения баланса поставок комплектующих возникают различные сложности с их учетом в процессе производства и сопровождения продукции.

Как мы уже обсуждали, 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.

Первые реализации возможностей использования средств вычислительной техники для планирования деятельности предприятий (в том числе планирования производственных процессов) возникли еще в начале 60-х годов ХХ века (например, при реализации проекта «Боинг-747», для которого потребовались сотни тысяч листов документов и деталей).

В 1965 году появился термин BOMP (Bill Of Material Processing) для обозначения систем обработки состава (спецификации) изделия с целью расчета потребности в материалах. В основе таких систем лежит понятие *спецификации изделия* (Bill of Material - BOM), которое показывает зависимость спроса на сырье, полуфабрикаты и др. от плана выпуска готовой продукции (с учетом времени)

Алгоритм работы такой системы был следующим:

* на входе задаются основной производственный план (MPS) и список номенклатуры изделий (IM);
* далее производится операция «разузлование (раскрытие)» – расчет себестоимости и/или потребности в материалах;
* в результате расчета получается *план закупок*.

Естественное развитие таких систем – добавить учет запасов на складах и учет времени выполнения операции. В результате получается: «план закупок и план производства + исправление к планам», если меняется портфель заказов.

Такие корпоративные системы получили название *«Планирование материальных потребностей предприятия»* (Material Requirement Planning – MRP).

Планирование материальных потребностей предприятия, т.е. другими словами, *задача планирования потребностей в материалах* оказалась той первой задачей, которая привела к созданию целой индустрии программного обеспечения для управления предприятием.

**Основные цели *производственных компаний*:**

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

**Основные цели *MRP-систем*:**

* удовлетворение потребности в материалах, компонентах и продукции для планирования производства и доставки потребителям;
* поддержка уровней запасов не выше запланированных;
* планирование производственных операций, расписаний доставки, закупочных операций.

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-систем** 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.

Методология MRP является реализацией двух известных принципов:

* «Вовремя заказать» (Order In Time)
* «Вовремя произвести» (Kanban),

объединенных в методологию *«Вовремя выполнить»* (Just In Time - JIT).

По сути, эта методология представляет собой алгоритм оптимального управления заказами на готовую продукцию, производством и запасами сырья и материалов, реализуемый с помощью компьютерной системы.

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

Изначально MRP системы разрабатывались для использования на производственных предприятиях с дискретным типом производства, например:

* Сборка на заказ (Assembly-To-Order, ATO)
* Изготовление на заказ (Make-To-Order, MTO)
* Изготовление на склад (Make-To-Stock, MTS)
* Серийное (RPT)

*(Дискретный тип производства предполагает, что для каждого изделия есть ведомость материалов и состав изделия.)*

Если предприятие имеет процессное производство (Process Industry, Continuous-Batch Processing), то применение MRP-методологии оправдано в случае длительного производственного цикла.

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.

**ТЕРМИНОЛОГИЯ**

Материалы – все сырье и отдельные комплектующие, составляющие конечный продукт. В дальнейшем мы не будем делать различий между понятиями «материал» и «комплектующий».

**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

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. Подробней об этом будет рассказано ниже.

Потребность в материале в MRP-программе представляет собой определенную количественную единицу, отображающую возникшую в некоторой 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.

Формула вычисления чистой потребности такова:

Чистая потребность = полная потребность – инвентаризовано на руках – страховой запас – зарезервировано для других заказов

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. показаны входные и выходные параметры для MRP-системы.

**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.
* 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 (ВМ), Bill Of Materials (BOM))

* *Ведомость материалов* (ВМ) представляет собой номенклатурный перечень материалов и их количества для производства некоторого узла или конечного изделия. Совместно с составом изделия ВМ 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 ВМ состояние таблиц должно быть своевременно скорректировано.

**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.

**На основании входных данных 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.

**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;
* ряд отчетов, необходимых для управления процессом снабжения производства.

Одной из составляющих интегрированных информационных систем управления предприятием класса MRP является *система* *планирования производственных мощностей (CRP)*.

**Основной задачей системы CRP** является проверка выполнимости ОПП с точки зрения загрузки оборудования по производственным технологическим маршрутам с учетом времени переналадки, вынужденных простоев, субподрядных работ и т.д.

*Входные данные для CRP:*

* план-график производственных заказов и заказов на поставку материалов и комплектующих.

*Выходные данные:*

* график загрузки оборудования и рабочего персонала.

***MRP-система в целом:***

* описание плановых единиц и уровней планирования;
* описание спецификаций планирования;
* формирование основного производственного плана графика;

***MRP-подсистема:***

* управление изделиями (описание материалов, комплектующих и единиц готовой продукции);
* управление запасами;
* управление конфигурацией изделия (состав изделия);
* ведение ведомости материалов;
* расчет потребности в материалах;
* формирование MRP заказов на закупку;
* формирование MRP заказов на перемещение.

***CRP-подсистема:***

* рабочие центры (описание структуры производственных рабочих центров с определением мощности);
* машины и механизмы (описание производственного оборудования с определением нормативной мощности);
* производственные операции, выполняемые в привязке к рабочим центрам и оборудованию;
* технологические маршруты, представляющих последовательность операций, выполняемых в течение некоторого времени на конкретном оборудовании в определенном рабочем центре;
* расчет потребностей по мощностям для определения критической загрузки и принятия решения.

Сначала с помощью MRP-систем план заказов и расхода комплектующих на определенный период просто формировался на основе утвержденной производственной программы. Это не вполне удовлетворяло возрастающим потребностям предприятий.

С целью повышения эффективности планирования в конце 1970-х гг. в MRP-системах была реализована идея Оливера Уайта и Джорджа Плосла *воспроизведения замкнутого цикла* (Closed Loop Material Requirement Planning), подразумевающая составление согласованной производственной программы и ее контроль на цеховом уровне.

К базовым функциям планирования производственных мощностей и планирования потребностей в материалах были добавлены *дополнительные функции* – например, оценка результатов деятельности (Performance Measurement). В общем случае – это контроль соответствия количества произведенной продукции количеству использованных в процессе сборки комплектующих, составления регулярных отчетов о задержках заказов, об объемах и динамике продаж продукции, о поставщиках и др.

Созданные в процессе работы модифицированной MRP-системы отчеты анализировались и учитывались на дальнейших этапах планирования, изменяя (при необходимости) программу производства и план заказов (обеспечивая тем самым гибкость планирования по отношению к таким внешним факторам, как уровень спроса, текущее состояние дел у поставщиков, наличие комплектующих и др.).

***Главной задачей MRP-систем***является обеспечение наличия на складе и в производственных помещениях необходимого количества требуемых материалов (комплектующих) в любой момент времени в рамках срока планирования. Программные системы, реализованные на базе MRP-методологии, позволили оптимально регулировать поставки, контролировать складские запасы и саму технологию производства. Использование MRP-систем позволило уменьшить объем постоянных складских запасов за счет оптимизации процесса поставок.

К несомненным ***достоинствам***MRP-систем можно отнести организационную эффективность планирования производственных запасов, автоматизацию их учета, уменьшение ошибок в планировании запасов и затрат на складское хранение материальных ресурсов.

**Основные *недостатки* MRP-систем:**

* значительный объем вводимых данных и их предварительной обработки;
* возрастание логистических затрат на обработку заказов и транспортировку при стремлении фирмы еще больше уменьшить запасы материальных ресурсов или перейти на работу с малыми заказами с высокой частотой их выполнения;
* нечувствительность к кратковременным изменениям спроса;
* наличие отказов из-за большой размерности системы и ее сложности.