

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ИЕРАРХИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

А.А. Черненко

Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп

Рассматриваются основные задачи планирования, которые решаются на разных уровнях иерархии системы управления предприятием: от стратегического до текущего. В частности, такие как задача управления запасами, задача определения объема заказа, задача определения точек заказа и другие. На примере методологии MRP показана взаимосвязь между задачами планирования в системе оперативного управления производством. Была проведена декомпозиция задачи оперативного планирования до уровня заказа. Предложена классификация задач, которая включает три основные группы: планирование запасов, оперативное планирование и диспетчеризация. Для каждого класса приведены методы решения..

*Управление проектами.* Проект можно представить в виде самостоятельного источника заказов в производственной системе. Управление проектами строится на основе сетевых моделей с использованием метода расчета критического пути (МКП) и метода оценки и пересмотра программ (ПЕРТ). Идея этих методов состоит в календарном управлении работами. Различие состоит в том, что в МКП оценки продолжительности операций представлены в виде детерминированных величин, а в методе ПЕРТ – случайными величинами с известной функцией распределения.

Процесс управления проектами протекает в несколько этапов: структурного, календарного и оперативного планирования. На первом этапе происходит декомпозиция проекта на операции, оценка их продолжительности, построение сетевой модели. Если некоторые операции входят в состав маршрутной технологии, то оценка их продолжительности не требуется.

На этапе календарного планирования происходит расчет критического пути на полученной модели с выявлением критических операций. Для каждой операции производится расчет ранних ( $t_{pz}$ ) и поздних ( $t_{nz}$ ) сроков завершения. Для некритических операций определяются резервы времени (1.1) Критической операцией в данном контексте является операция, задержка начала которой приводит к увеличению срока всего проекта [1, с.36].

$$\text{Полный резерв} = t_{nz} - t_{pn} - t_{on} \quad (1.1)$$

где  $t_{pn}$  – раннее время начала операции,  $t_{on}$  – длительность операции.

*Свободный резерв* – все операции в сети начинаются в ранние сроки.

*Управление запасами.* Процесс управления запасами состоит в минимизации следующих категорий затрат и потерь связанных: со снижением отдачи от вложения в материальные ресурсы; с хранением на складе; с управлением; со скрытым падением мощностей, поскольку часть мощностей используется на производство запасов, а не готовой продукции; со снижением качества при хранении. Основная задача на данном уровне состоит в определении оптимального размера заказа на материальные ресурсы при пополнении запасов. Различают системы с оптимальным объемом заказа (Economic order quantity, EOQ) и с фиксированным временем заказа (Fixed order quantity, FOQ) [2, с.54].

Объем заказа может быть определен по 1.2, 1.3 для моделей EOQ и FOQ соответственно.

$$EOQ = \sqrt{2DS/C}, \quad (1.2)$$

где  $D$  – годовой спрос на материал,  
 $C$  – затраты на хранение единицы материала в течение года,  
 $S$  – средние затраты на работы по приобретению материала по одному заказу.

$$FOQ = \sqrt{\frac{2DS}{C(p/(p-d))}}, \quad (1.3)$$

где  $p$  – ставка производства (rate),  $d$  – ставка спроса.

Наряду с задачей определения объема заказа, в процессе планирования материальных потребностей возникает задача определения точек заказа (Demand during lead time, DDLT) [2, с.60]. Данная величина представляет собой количество ресурса, которое будет запрошено во время ожидания прибытия заказа.

Однако определение DDLT на практике в чистом виде не применяется, так как не исключено появление дефицита. Риск в данном случае связан с тем, что учет в системах планирования потребностей ведется в фиксированные моменты времени.

Также во многих системах управления запасами применяется подход, основанный на классификации запасов исходя из их стоимости (так называемая ABC-классификация). Основная идея заключается в том, что малый процент материальных ресурсов в натуральных единицах составляет основную долю в запасах в стоимостном выражении (таб.1).

*Планирование потребностей в ресурсах.* Производственные ресурсы включают материалы и полуфабрикаты, покупные изделия, изделия собственного производства, финансы и производственные мощности. Основная задача на данном этапе состоит в определении количества необходимых материальных ресурсов и коэффициента загрузки мощностей, необходимых для обеспечения выполнения графика выпуска продукции. Если экономически обоснованные возможности предприятия недостаточны, то график должен быть изменен. В результате подтверждения допустимости графика выпуска продукции происходит формирование оперативных производственных расписаний.

Таблица 1

Классификация запасов ABC

	Стоимость запасов, %	Кол-во в запасах, %	Группа
M1	75	20	A
M2	20	30	B
M3	5	50	C

Система планирования потребностей в ресурсах состоит из двух основных элементов: планирования материальных потребностей (MRP) и планирования потребностей в мощностях (CRP). Материальные потребности в такой системе определяются как зависимые, а спрос на ресурсы определяется как сумма потребностей по всем видам производимой в рамках данного горизонта планирования продукции.

MRP позволяет обеспечить синхронное появление заказов на материальные ресурсы при изменении графика выпуска продукции. В результате можно наблюдать значительное снижение уровня запасов и затрат на них (по сравнению, например, с системой фиксированного объема заказа).

График MRP преобразуется в материальные потребности исходя из спецификации изделий (Bill of Materials, BOM). Если полученные потребности не могут быть удовлетворены при имеющихся мощностях и запасах материалов, то график выпуска корректируется. Особенностью работы MRP является допущение, что график выпуска продукции является допустимым.

В ходе проектирования новых изделий или внесения проектно-конструкторских изменений в уже существующие происходит модификация спецификаций. Поддержание этого справочника в актуальном состоянии является обязательным условием функционирования MRP.

*Бизнес-планирование.* Процесс формирования плана предприятия наиболее высокого уровня. Планирование долгосрочное, план составляется в стоимостном выражении. Данный этап можно охарактеризовать как наименее формализованный.

На этапе стратегического планирования производится анализ перспектив развития предприятия, выбор стратегии, определение целевого сегмента рынка. На данном этапе осуществляется поиск ключевых показателей деятельности, выраженных в количественном отношении. Долгосрочные планы являются основой для построения планов нижних уровней иерархии.

На этапе среднесрочного планирования происходит декомпозиция стратегических планов в части стратегии сбыта, финансовой и кадровой политик, снабжения, модернизации мощностей, загрузки оборудования, а также образования запасов. Такие планы предусматривают комплекс мероприятий по достижению целей и их количественных оценок в укрупненном масштабе. Различают следующие виды среднесрочных планов: сбалансированный и план с фиксированным уровнем мощности [1, с.50]. Сбалансированный план предполагает, что в каждый момент времени располагаемые мощности равны прогнозируемым потребностям. В случае с фиксированным уровнем мощности на горизонте планирования возможные отклонения от уровня спроса компенсируются с помощью имеющихся запасов, сверхурочных работ и др.

*Планирование продаж и деятельности.* Бизнес-план преобразуется в планы продаж основных видов продукции. При этом производственные мощности могут не учитываться или учитываются укрупненно. План носит среднесрочный характер.

Текущее планирование осуществляется путем детальной разработки долгосрочных и среднесрочных планов. Основной структурной единицей является календарный план длительностью в месяц, квартал, полугодие и т.д. Краткосрочный план включает графики выпуска продукции, материального снабжения.

*Планирование производства.* План продаж по видам продукции преобразуется в объемный или объемно-календарный план производства однородной продукции. В этом плане впервые в качестве планово-учетных единиц выступают изделия, но представления о них носят усредненный характер. План производства преобразуется в график выпуска продукции с детализацией до конкретных изделий и сроков их изготовления.

Графики выпуска продукции состоят из четырех участков: закрепленного, фиксированного, заполненного и открытого. Изменения на закрепленном участке обычно запрещены, поскольку влекут за собой изменения планов снабжения и производства предметов после их запуска, что приводит к росту затрат. Фиксированный участок представляет собой период времени, на котором изменения могут происходить только в исключительных ситуациях. Заполненный участок соответствует временному интервалу, на котором все производственные мощности распределены между заказами. Изменения на этом участке приводят к реструктуризации сроков выполнения заказов. Открытый участок – это временной интервал, на котором не все производственные мощности распределены. Открытый участок может использоваться для размещения новых заказов.

При составлении календарных планов учитывается объем портфеля заказов, уровень обеспеченности предприятия материальными ресурсами, а также производственные мощности (коэффициент загрузки оборудования). Отличие оперативно-календарного планирования от текущего состоит в большей развернутости первого. В оперативно-календарном плане учитываются задачи для конкретного цеха, участка и рабочего места. На данном этапе решается задача минимизации совокупного производственного цикла при ограничениях по мощностям, где в качестве переменных выступают сроки запуска (выпуска). Процесс составления расписания итеративен: на каждом шаге осуществляется генерирование, анализ и отсеивание вариантов с одновременным сокращением числа переменных. Таким образом, на уровне оперативно-календарного планирования решается задача распределения работ по рабочим местам на сравнительно короткий период времени: час, смена, сутки и т.д.

В зависимости от типа производства, система оперативного управления строится на базе технологического или предметного принципов. Так, в крупносерийном и массовом производстве оперативное управление осуществляется по предметному принципу, а в мелкосерийном и индивидуальном – по технологическому.

Система оперативного управления производством (рис.1) предназначена для управления запуском – выпуском заказов. Эффективное управление запуском – выпуском с точки зрения имеющихся мощностей и запасов, позволяет минимизировать простои оборудования при малых объемах работ, а также незавершенное производство – при больших.

Очередность обработки заказов обеспечивается введением системы приоритетов. В практике применяются следующие правила [3, с.151]:

1. «Первым пришел – первым обслужен» – First-come – first served, FCFS.
2. По наименьшему времени выполнения – Shortest processing time, SPT.
3. С наиболее ранней датой выполнения – Earliest due date, EDD.
4. Критическое число – Critical ratio, CR – отклонение времени до требуемой даты выпуска к общему оставшемуся времени выполнения работы.
5. Наименьшие затраты на переналадку – Least changeover cost, LCC.

Современные системы оперативного управления предусматривают возможность моделирования производственных расписаний с использованием различных правил приоритетов. По результатам моделирования отбирается наиболее адекватное правило, которое в дальнейшем становится основным.

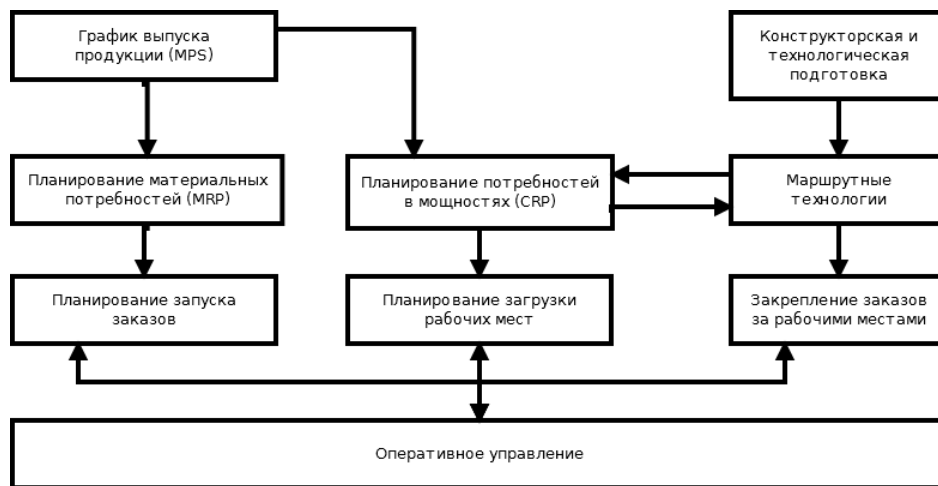


Рис. 1. Структурная схема оперативного управления производством

Таким образом, в результате декомпозиции задачи планирования производства на более простые становится возможным использовать практически реализуемые методы, например, линейное программирование или регрессию (таб. 2).

Таблица 2

Задачи планирования производства и методы их решения

Формулировка задачи	Метод решения
Задача стратегического планирования, минимизация суммарных затрат в плановом периоде, планирование объемов продаж и производства	Линейное программирование
Определение функции затрат	Линейные решающие правила
Исследование взаимного влияния производственных факторов	Многофакторная модель (регрессия)
Поиск оптимального плана	Имитационное моделирование, метод локального поиска
Оперативное планирование	Сетевые модели, методы расчета критического пути и ПЕРТ
Диспетчирование производства	Эвристические методы, использование приоритетов, динамическое программирование
Прогнозирование спроса	Метод скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание

### Литература

1. Баронов В.В. Автоматизация управления предприятием. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 239 с.
2. Ильин А.И. Планирование на предприятии: Учебник. – Мн.: Новое знание, 2001. – 2-е изд., перераб. – 635с.
3. Сачко Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством: учебник. – Мн.: Новое знание, 2005. – 636 с.

## RESEARCH OF PLANNING PROBLEMS AT VARIOUS LEVELS OF HIERARCHY OF MANAGEMENT SYSTEM

### A.A. Chernenko

The article considers the main planning tasks, which are solved at different levels of the hierarchy of the enterprise management system: from the strategic to the current one. The example of the MRP methodology shows the relationship between planning tasks in the system of operational management of production. The decomposition of the task of operational planning to the level of the order was carried out. A classification of tasks is proposed, which includes three main groups: inventory planning, operational scheduling and dispatching. For each class, the methods of solution are given.