

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В РАМКАХ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.Н. Евстратов, А.В. Вожаков (ОАО «Мотовилихинские заводы»)

В.Ю. Столбов (Пермский НИПУ)

*Рассмотрены задачи классификации и агрегирования объектов планирования для многопрофильного промышленного предприятия. Предложена методика построения иерархической структуры информационных объектов, используемых на различных уровнях управления предприятием<sup>1</sup>.*

*Ключевые слова: укрупненные объекты, уровни планирования, иерархическая структура, единая информационная система.*

Рассматривается система управления крупным производственным предприятием (холдингом), главной задачей которого является производство широкой номенклатуры востребованной на рынке продукции. Основной цикл управления предприятием может рассматриваться как цикл Деминга [1]: планирование, выполнение (учет), анализ, воздействие. При этом первоочередной является задача планирования, от качества решения которой будет во многом зависеть качество всего цикла управления, однако задачи анализа и формирования воздействия являются не менее важными и также требуют тщательной проработки. Отметим, что уровень детализации планов на стратегическом и оперативном уровне управления различный, и это касается не только и не столько временных характеристик планов, а в первую очередь объектов, используемых для планирования, то есть ключевым показателем уровня управления является ответ на вопрос «что планируется?».

В литературе по системам управления (в частности, посвященной практическому применению стандарта MRP II [1,2]) содержатся общие рекомендации о необходимости использования «укрупненных» объектов для планирования на различных уровнях, однако данный вопрос на сегодняшний день недостаточно проработан методически.

В качестве основы любой производственной информационной системы всегда лежит справочник номенклатурных позиций, в который включаются все виды материальных объектов, используемых в производстве: материалы, комплектующие, детали, полуфабрикаты, готовые изделия и т.д. Запись справочника номенклатурных позиций должна однозначно соответствовать некоторому материальному объекту, при этом материальный учет ведется в разрезе номенклатурных позиций. Справочник номенклатурных пози-

ций на большинстве предприятий, как правило, состоит из десятков (сотен) тысяч позиций даже без учета проблем с нормализацией справочника и дублированием данных. При этом большинство современных информационных систем позволяют вводить многоуровневую группировку справочника и даже множество различных группировок для одного справочника. При этом такие группировки в основном используются для получения отчетности и более удобного доступа к справочникам и никак не используются для решения задач планирования. Кроме того, зачастую различные ветки имеют разную степень вложенности, что делает невозможным четкое разделение групп по уровням управления. Стоит отметить также, что большинство существующих информационных систем не позволяют работать с группировкой объектов как с отдельным объектом (нормирование, планирование, учет).

Ввиду того, что номенклатурный справочник состоит из тысяч позиций, он из-за большой размерности становится по сути непригодным для решения большинства задач управления, в том числе с использованием методов математического программирования [3, 4, 5]. В результате на большинстве предприятий для решения каждой отдельной задачи на каждом уровне управления используются собственные объекты планирования, учета и анализа. Например, для анализа рынка используются номенклатурные позиции, отнесенные к сегментам рынка; для планирования закупок используется деление номенклатуры на группы по материалоемкости; для планирования капитальных ремонтов используется деление номенклатуры по ключевому оборудованию и т.д. Даже если решение всех этих задач автоматизируется (ввод данных осуществляется в единую информационную систему), они остаются отдельными задачами, использующими свои уникальные справочники объектов.

<sup>1</sup>Работа выполнена при государственной поддержке развития кооперации вузов и промышленных предприятий (договор с Минобрнауки России № 13.G25.31.0093)

В данной работе предлагается методика построения иерархической структуры информационных объектов, используемых на различных уровнях управления предприятием. Концепция построения такой структуры позволяет последовательно переходить от одного уровня управления к другому с минимальным увеличением энтропии, что часто не происходит на предприятиях, не имеющих согласованной структуры информационных объектов.

### Уровни управления

Процесс управления производственным холдингом может быть условно разбит на четыре уровня управления, характеризующиеся собственным набором задач, различными периодами планирования и разным уровнем детализации.

1. *Уровень управления холдингом.* Рассматриваются стратегические задачи управления холдингом как набором слабо зависимых производственных предприятий, определяются стратегические цели развития направлений, распределяются ресурсы, инвестиции. Управление холдингом обычно охватывает период времени 1...5 лет, минимальный шаг планирования – 1 год.

2. *Уровень стратегического управления.* Большинство производственных предприятий имеет одно основное направление деятельности и уровень стратегического управления является для них верхним. В рамках производственного холдинга на стратегическом уровне управления рассматривается каждое направление деятельности (дочернее предприятие) по отдельности. На данном уровне происходит разработка и реализация действий, ведущих к долгосрочному превышению уровня результативности деятельности предприятия над уровнем конкурентов. На данном уровне решаются такие задачи, как: анализ внешней среды и внутренней обстановки, выбор и разработка стратегии на уровне стратегической зоны хозяйствования, проектирование организационной структуры, выбор степени интеграции и систем управления, определение нормативов поведения и политики в отдельных сферах ее деятельности, обеспечение обратной связи результатов и стратегии. Стратегическое управление обычно охватывает период времени 1...5 лет, минимальный шаг планирования – 1 мес.

3. *Уровень тактического управления.* Осуществляется среднесрочное планирование хозяйственной деятельности предприятия, формируются портфели заказов на продукцию, разрабатываются планы закупок, планы продаж, планы производства и т.д. Горизонт планирования 1...6 мес. (в зависимости от длины производственного цикла предприятия). Детализация плана производится по дням.

4. *Уровень оперативного управления.* В качестве входных данных оперативное планирование использует детализированные календарные планы, полученные на тактическом уровне управления. В связи с тем, что из-за технологических или иных обстоятельств

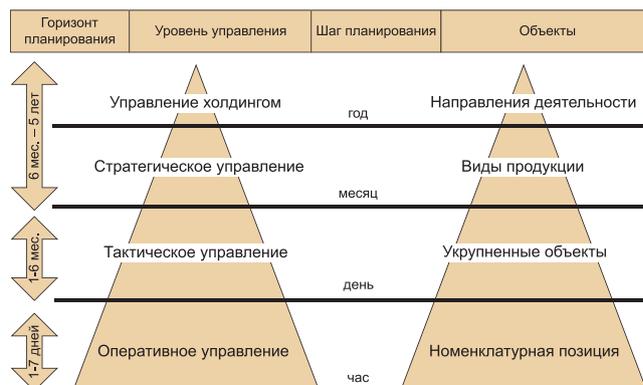


Рис. 1. Уровни детализации по уровням управления

возникают отклонения от составленных календарных планов, необходимо предпринимать меры для устранения отклонений в оперативном режиме.

### Уровни детализации

Общая концепция построения иерархической структуры информационных объектов может быть записана следующим образом.

1. В качестве основания (нижний уровень пирамиды на рис.1) иерархической структуры объектов выступает справочник номенклатуры. Таким образом обеспечивается однозначная связь с учетом хозяйственной деятельности предприятия.

2. Для каждого уровня управления следует разработать свой собственный справочник объектов.

3. Все уровни, находящиеся выше основания, строятся путем группировки элементов нижнего уровня в новые объекты.

4. При группировке объектов следует исходить из принципов «необходимости» и «достаточности».

5. Элементы любого уровня являются самостоятельными объектами, которые могут быть нормированы для решения различных задач управления, то есть весь цикл Деминга может быть осуществлен на каждом уровне управления в отдельности.

6. Все задачи управления делятся на уровни.

7. На каждом уровне управления используются объекты, относящиеся к данному уровню.

8. Объекты верхнего уровня управления имеют связь "один ко многим" по отношению к объектам нижнего уровня. Таким образом, достигается однозначный переход снизу вверх, и определяется степень свободы при переходе от верхнего уровня на нижний.

### Критерии группировки объектов

При построении иерархической системы укрупненных объектов возникает необходимость объединять объекты нижнего уровня в группы, которые в дальнейшем будут использоваться как самостоятельные объекты верхнего уровня. При этом укрупненные объекты должны обладать близкими свойствами. Существует множество способов группировки объектов, и все они основываются на близких значениях их

свойств: близкая технология изготовления; близкая себестоимость; близкие потребительские свойства; близкая рыночная цена; близкая маржинальная доходность; участие в одинаковых сегментах рынка; близкие физические свойства; прочие группировки.

При этом стоит понимать: чем больше критериев используются одновременно, тем мельче получаются группы объектов, что может привести к тому, что каждая группа будет содержать по одному объекту нижнего уровня.

Для практического применения рекомендуются следующие критерии группировки объектов, обеспечивающие оптимальное число объектов управления (на различных предприятиях набор критериев может быть различен): близкая технология изготовления; близкие потребительские свойства; близкая себестоимость.

### Реализация в единой информационной системе

В информационной системе предприятия объекты каждого уровня хранятся в отдельных справочниках: справочник направлений деятельности; справочник видов продукции; справочник укрупненных объектов; справочник объектов учета или номенклатуры.

Справочники связаны между собой (рис.2). В справочнике видов продукции у каждого объекта указано направление деятельности. В справочнике укрупненных объектов у каждого объекта указан вид продукции. В справочнике номенклатура у каждого объекта указан укрупненный объект.

Соотношения между объектами справочников «один ко многим»:

- несколько объектов номенклатуры могут принадлежать одному укрупненному объекту;
- один объект номенклатуры не может одновременно принадлежать нескольким укрупненным объектам.

### Нормирование укрупненных объектов

Нормирование – это процесс установления меры затрат материальных и трудовых ресурсов на изготовление единицы продукции. На крупных предприятиях, как правило, очень большой перечень производимой продукции. Нормировать каждую номенклатурную позицию трудоёмко, поэтому в данной работе предлагается использовать в качестве объекта для нормирования укрупненный объект.

Одно из основных условий получения достоверной информации о себестоимости продукции — четкое определение состава затрат. На каждом предприятии должен быть утвержден перечень прямых затрат, расходов, непосредственно связанных с производством продукции и включаемых в себестоимость продукции, например: сырье;

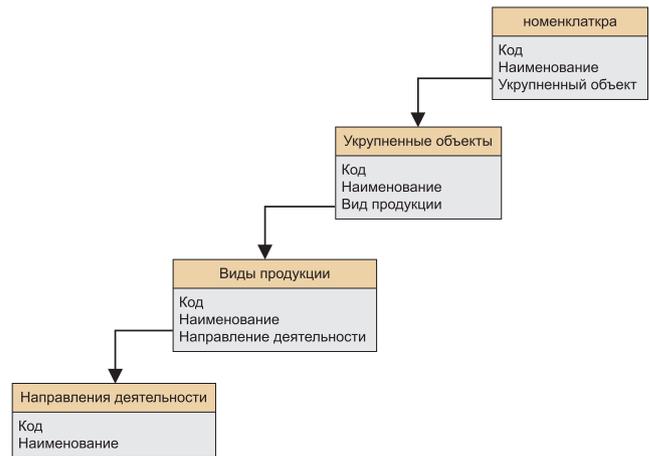


Рис. 2. Взаимосвязь справочников объектов

материалы основные; материалы вспомогательные на технологию (добавочные); комплектующие покупные; полуфабрикаты собственного производства; инструмент; отходы возвратные; услуги производственного характера на технологию; энергоресурсы на технологию; зарплата основных производственных рабочих; отчисления по зарплате основных производственных рабочих.

Состав укрупненного объекта представляет собой набор прямых переменных затрат, нормируемых в количественном выражении.

На каждый укрупненный объект вводится нормировочная таблица, которая представляет собой унифицированный набор норм материальных, трудовых, технических ресурсов (рис. 3).

Прогнозные цены на ресурсы вводятся в информационную систему в виде табличного документа «Ценник» (рис. 4). На основе необходимого расхода ресурсов и с учетом цен для соответствующего периода

Формообразование		№	№	Класс	Наименование	Параметры технологического процесса
Листовой прокат Сталь 40X		Операции	Позиции			Норма расхода вкл. мат.
1. [24] Формообразование		1	0	ОПР	Формообразование	
		1	1	ВМАТ	Слаб 175x1020 Сталь 40X	1.1500
		1	2	ВМАТ	Передел цеха 24 - прокат листовой	1.0000
		1	3	ВМАТ	Негабаритные стальные лом и отходы (для переработки)	-0.1531

Рис. 3. Пример описания нормировочной таблицы

Документ [Ценник]					
Ценник: Контрольные данные					
Номер: 00004 от 01.04.2011					
№	Группа калькуляции	ОУ	ЕИ	Цена без НДС	
1	16 - Вспомогательные материалы	7700390007 - АЗОТ ЖИДКИЙ ОСОБОЙ ЧИСТОТЫ, СОФ	412 - т	13 330,00	А
2	1 - Основные материалы	391033 - Алюминий АВ87 ГОСТ 295-98	412 - т	55 085,00	А
3	3 - Добавочные материалы	461544 - Алюминий вторичный кусковой АВК-80p ТУ 17	412 - т	72313,00	А
4	16 - Вспомогательные материалы	390893 - Аргон жидкий первый сорт ГОСТ 10157-79	412 - т	20 398,00	А
5	3 - Добавочные материалы	391841 - Бокситы МБ ТУ 1711-003-00200992-95	412 - т	1 000,00	Е
6	1 - Основные материалы	391894 - Брикетты железной руды (железо горячебрикет)	412 - т	16 832,00	Е
7	9 - Расходы по переделу	5730011 - Вода техническая	306 - м	1 679,00	Е
8	3 - Добавочные материалы	391829 - Высокоуглеродистый материал (ВУМ-1) ТУ 13	412 - т	16 385,00	Е
9	14 - Возвратные отходы	409515 - Высокосортная стальная стружка (для перера	412 - т	3 400,00	Е
10	14 - Возвратные отходы	391855 - Высокосортная стальная стружка (для перера	412 - т	3 400,00	Е
11	14 - Возвратные отходы	391857 - Высокосортная стальная стружка (для перера	412 - т	3 000,00	Е
12	14 - Возвратные отходы	391858 - Высокосортная стальная стружка (для перера	412 - т	3 400,00	Е
13	14 - Возвратные отходы	409512 - Высокосортная стальная стружка (для перера	412 - т	3 400,00	Е
14	14 - Возвратные отходы	443342 - Высокосортная стальная стружка (для перера	412 - т	3 400,00	Е

Рис. 4. Пример ценника в информационной системе

рассчитывается сумма прямых затрат укрупненного объекта (нормативная себестоимость).

Такой подход позволяет создать упорядоченную систему укрупненных нормативов с оперативным ее обновлением, упрощает и ускоряет ввод состава укрупненного объекта.

#### Пример задач управления по уровням

Задачи, решаемые с помощью укрупненных объектов на уровне «Тактическое управление»:

- расчет нормативной себестоимости;
- формирование планов продаж;
- формирование планов производства;
- расчет маржинального дохода выпускаемой продукции;
- расчет фактической себестоимости;
- план-фактный анализ плана продаж;
- факторный анализ;
- расчет учетных цен на полуфабрикаты и готовую продукцию;
- отчетность по остаткам и движению материальных ценностей по видам продукции.
- план-фактный анализ плана производства.

#### Пример классификации объектов планирования

Рассмотрим классификацию объектов планирования на примере предприятия, имеющего несколько видов деятельности.

*Уровень первый.* Направления деятельности: металлургическая продукция; нефтепромысловое оборудование; строительно-дорожные машины.

*Уровень второй.* Виды продукции для направления: «Металлургическая продукция»: прокат листовой; слиток; поковка.

*Уровень третий.* Укрупненные объекты для вида продукции: «Прокат листовой»: лист сталь 20; лист сталь 40X; лист сталь 65Г.

*Уровень четвертый.* Номенклатурные позиции для укрупненного объекта: «Лист Сталь 40X»: лист 9 сталь 40X; лист 10 сталь 40X; лист 15 сталь 40X; лист 19 сталь 40X.

#### Эффективность применения методики

Разработанная методика построения иерархической структуры объектов информационной системы была успешно реализована в рамках создания комплексной АСУ предприятием холдинга ОАО «Мотовилихинские заводы» и доказала свою эффективность.

Были получены следующие результаты.

1. Созданы условия для построения единой информационной системы управления холдингом, объ-

единяющие разнородные задачи управления в общую систему управления предприятием.

2. Значительно снижена трудоемкость разработки нормативной базы для экономических расчетов. Переход к нормированию укрупненных объектов позволил сократить число нормируемых объектов примерно в 300 раз.

3. За счет уменьшения числа укрупненных объектов изменения в информационную систему вносятся значительно быстрее, что значительно повышает оперативность и достоверность нормативных данных.

4. Снижена погрешность расчетов.

5. В системе полностью исключен повторный ввод информации, который был неизбежен ранее ввиду использования различных объектов для решения управленческих задач.

6. Разработаны унифицированные формы отчетности, которые позволяют сравнивать показатели по различным направлениям деятельности предприятия в рамках одного документа.

#### Заключение

Предложена методика агрегирования объектов планирования производства многопрофильного предприятия, позволяющая осуществлять эффективную автоматизацию процессов управления на различных уровнях иерархии. Рекомендованы критерии группировки объектов, обеспечивающие оптимальное число объектов для решения задач планирования на различных уровнях управления производством. Применение такого подхода к выбору объектов планирования позволяет создать упорядоченную систему укрупненных нормативов с оперативным ее обновлением в единой информационной системе предприятия, упрощает и ускоряет ввод состава укрупненного объекта при решении задач автоматизации производства.

#### Список литературы

1. *Головтеев К., Матвеев И.* Управление производством: инструменты, которые работают. СПб.: Питер, 2008.
2. *Гаврилов Д.А.* Управление производством на базе стандарта MRP II. СПб.: Питер, 2002.
3. *Столбов В.Ю., Федосеев С.А.* Модель интеллектуальной системы управления производством // Проблемы управления. 2006. №6.
4. *Беляев А.А., Котов С.С., Столбов В.Ю.* Модель управления ресурсами предприятия при дискретном производстве // Проблемы управления. 2007. №6.
5. *Федосеев С.А., Вожаков А.В., Гитман М.Б.* Модель календарного планирования производства с нечеткими целями и ограничениями // Системы управления и информационные технологии. 2009. №3.

*Евстратов Сергей Николаевич* – зам. генерального директора по информационным технологиям,  
*Вожаков Артем Викторович* – архитектор системы управления ОАО «Мотовилихинские заводы»,  
*Столбов Валерий Юрьевич* – д-р техн. наук, проф. Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Контактные телефоны: (342) 260-79-09, 2198-562.  
 Email: [evstratov@mz.perm.ru](mailto:evstratov@mz.perm.ru) [valeriy.stolbov@gmail.com](mailto:valeriy.stolbov@gmail.com)