

Электронный архив УГЛТУ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра информационных технологий и моделирования

**О.А. Карасева**

# **Моделирование бизнес-процессов предприятия**

Учебно-методические указания по выполнению курсового проекта

направления 09.04.03 -Прикладная информатика

(магистр)

дневной, заочной формы обучения

**ЕКАТЕРИНБУРГ**

**2015**

**Оглавление**

ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ЗАДАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ .....	3
Методический аспект моделирования .....	4
Постановка задачи .....	7
Формальная постановка задачи и ее решение на примере транспортной задачи .....	13
Литература .....	16

## ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ЗАДАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

За последние десятилетия разработана определенная философия управления производственными предприятиями, стандартные форматы управления, которые способствуют эффективной организации бизнеса. Ряд таких стандартов появились в середине 70-х годов под названием MRP (Material Requirement Planning). Современная версия данных стандартов управления называется MRP II (Manufacturing Resource Planning) - планирование ресурсов предприятия. Они используются во всех системах класса ERP (Enterprise Resource Planning), таких как R/3, BAAN, Oracle Application и др. Подобные средства позволяют автоматизировать выполнение следующие функции:

- оценка выполнимости плана производства по основным ресурсам предприятия (сырье и материалы, оборудование, рабочие, электроэнергия и т.д.);
- формирование программы снабжения ресурсами (закупка сырья и материалов, наем рабочих, энергообеспечение и т.д.);
- формирование производственной программы (планы-графики выпуска деталей, полуфабрикатов, готовых изделий);
- формирование программы сбыта (план-график отгрузки готовой продукции, подготовка сбытовых договоров, управление поставками и отгрузкой потребителям готовой продукции и т.д.);
- корректировка плана производства и производственных нормативов;
- формирование финансово-экономических отчетов (операционные и финансовые бюджеты и отчеты).

В примере описан иллюстративный пример расчетов, которые "зашиваются" в программные продукты, поддерживающие стандарты MRP. Модель построена по принципу определения целевой функции предприятия и задания системы ограничений, в которых ему приходится работать. В модели представлен несложный математический аппарат, который объясняет процедуру формирования решений, выдаваемых информационной системой. При работе с информационными системами процедура определения необходимых параметров задачи автоматизирована, при этом внутреннее устройство алгоритмов может быть неизвестно.

При решении оптимизационных задач для производственных предприятий можно выделить следующие аспекты: методический (содержательный), информационный и технический.

## Методический аспект моделирования

*Для проведения систематического планирования деятельности предприятия можно использовать модельное описание. Именно в этом проявляется фундаментальная роль моделей в теории и практике управления производством. Четкая формализация, создание математических моделей, несомненно, представляет новые возможности, связанные, главным образом, с "объективизацией" интуитивных представлений, с возможностью критического анализа четко сформулированных гипотез и с "автоматизмом" математического аппарата, позволяющего продвигаться от гипотез к выводам.*

***Процедуру выработки управляющих решений, весьма обобщенно, можно описать как последовательность этапов вида:***

- получение информации о состоянии системы, включая внешние условия;
- выдвижение варианта решения;
- анализ последствий принятия выдвинутого решения с помощью модели выработки решения;
  - выяснение степени соответствия полученного результата поставленной цели.

При обнаружении соответствия вариант принимается к исполнению, в противном случае процедура повторяется.

При расчете плана работы предприятия, после осуществления прогноза спроса на выпускаемую предприятием продукцию, необходимо распределить по периодам производственную программу. Простейшим решением вопроса о плане производства является приведение в полное соответствие плана выпуска, реализации и спроса (конечно, если ресурсы и производственные мощности позволяют выпустить продукцию в объемах не меньших спроса).

Однако это решение может оказаться экономически невыгодным или даже технологически недопустимым. Действительно, переменность уровня производства может привести к тому, что в периоды повышенного спроса придется загружать малопроизводительное, неспециализированное оборудование и идти на оплату сверхурочных, а в периоды низкого спроса оборудование будет простаивать.

Поэтому, может оказаться целесообразным осуществить выравнивание выпуска, отказавшись от строгого выполнения вышеупомянутого равенства объемов производства, реализации и спроса и пойти на создание запасов готовой продукции. При этом возникают иные отрицательные факторы, а именно: необходимость затрат а хранение, увеличение объема оборотных средств.

Важно выяснить, каково будет решение, учитывая как те, так и другие факторы, причем необходимо иметь в виду, что в условиях рыночной экономики, спрос, предъявленный на данном этапе и неудовлетворенный на этом же этапе, в дальнейшем исчезает (потребитель, которому продукция необходима срочно, получив отказ в удовлетворении своей заявки на текущий этап, снимает эту заявку, ориентируясь на другого поставщика).

Наиболее тонким моментом в применении оптимального планирования является формализация понятия качества плана, уяснение того, какой план является наилучшим. В таблице 1 представлены критерии оптимизации, которые могут использоваться при моделировании компании.

Таблица 1. Критерии оптимизации деятельности предприятия

№	Критерий оптимизации	Комментарий
1	Объем реализации	Может использоваться для предприятия или одного из бизнеса предприятия, для которого поставлена задача увеличения доли рынка
2	Объем производства	Может использоваться для предприятия или одного из бизнеса предприятия, для которого поставлена задача увеличения объема производства, когда производственные мощности являются самым узким местом
3	Объем внешних поставок	Может использоваться для предприятия или одного из бизнеса предприятия, для которого поставлена задача увеличения объема закупок, когда снабжение является самым узким местом
4	Затраты на выплаты работникам	Может использоваться для предприятия или одного из бизнеса предприятия, для которого поставлена задача снижения затрат по заработной плате, когда данная статья затрат

		является существенной
5	Финансовый поток	Может использоваться для предприятия или одного из бизнеса предприятия, для которого поставлена задача увеличения денежного потока, когда самым узким местом является ликвидность
6	Прибыль/ рентабельность	Может использоваться для предприятия или одного из бизнеса предприятия, для которого поставлена задача увеличения эффективности деятельности, когда первая задача финменеджмента - обеспечение ликвидности предприятия уходит на второстепенные позиции

В примере, в качестве критерия качества взят финансовый поток по маржинальной прибыли, который формируется как разница между поступлениями от реализации продукции и платежами по переменным затратам (затраты на сырье и материалы, труд основных производственных рабочих). Платежи по постоянным расходам не принимаются в расчет, т.к. они не зависят в определенных пределах от объемов производства и соответственно не влияют на принятие решений. Данная задача может возникнуть у предприятия, которая планирует через год реализовать небольшой инвестиционный проект, не привлекая заемных денежных средств. На текущий год ставится задача накопить максимально возможную сумму денег для поддержания текущей деятельности в следующем году и проведения небольшого инвестиционного проекта.

В примере описывается методика оптимального планирования производственных систем на основе объемных детерминированных моделей. Производственная система с линейными связями рассматривается в динамике. В качестве периода планирования выбран год с ежемесячной разбивкой. Существует множество методов планирования, в том числе оптимального. Все они характеризуются стремлением выбрать план, наилучшим образом согласованный с внутренними возможностями предприятия и с внешними условиями, причем прогноз и тех и других на плановый период осуществляется с помощью математических моделей.

В рассматриваемом примере, сделана попытка представить комплексное описание задачи финансового планирования бизнес-процессов с изложением концепции финансового планирования, формальным описанием, представлением и обоснованием алгоритмов построения финансовых планов, конкретными расчетами бюджетов.

### **Постановка задачи**

Правильная постановка задачи дает 50% решения. Процесс постановки задачи включает в себя разработку модели предприятия. Модель предприятия основывается на описании основных бизнес-процессов предприятия. По каждому выделенному бизнес-процессу строится количественная модель, а затем путем консолидации информации о бизнес-процессах получается сводное количественное описание предприятия. В рассматриваемом примере строится модель финансового плана предприятия.

### **Описание бизнес-процессов**

*Концепция моделирования предприятия на основные бизнес-процессного описания представлена на схеме 1. Из схемы ясно следует логика последовательной детализации, используемая при моделировании бизнес-процессов предприятия. На первом этапе строится самая грубая модель предприятия - функциональная модель, дающая представление о функциях предприятия и о распределении ответственности за их выполнение. Функциональная модель предприятия не содержит информации о взаимосвязях функций. Для этого строится процессная модель (см. схему 1). Процессная модель также дает описание потоков ресурсов (материальные, информационные и т.д.), используемых при выполнении функций, но она не дает их стоимостную оценку, что необходимо иметь для расчета финансового плана предприятия. Поэтому необходимо уточнить описание бизнес-процессов с помощью построения количественной модели бизнес-процессов (см. схему 2), которая определяет стоимость выполнения бизнес-процесса. Построив количественную модель бизнес-процессов, можно построить и модель финансового плана предприятия (см. схему 1).*



Схема 1. Основные бизнес-процессы производственного предприятия



Схема 2 Концептуальная схема количественного описания бизнес-процесса

### Качественная постановка задачи

Прежде чем заняться расчетами необходимо четко определить каких целей хочет добиться компания и какой путь она для этого выберет. В данной главе рассмотрен один из процессов управления бизнес-процессами - планирование. Причем задача составления финансового плана (бюджета) рассматривается как оптимизационная задача.

*Распространены две постановки оптимизационных задач:*

- Найти максимум целевой функции, при заданных ограничениях по ресурсам.
- Минимизировать ресурсы, необходимые для достижения желаемого значения целевой функции.

### ***Задача выглядит так:***

- спланировать основную деятельность предприятия помесечно на год вперед на существующих мощностях по следующим направлениям (см. схему 1):
  - программа сбыта;
  - программа производства;
  - программа снабжения;
  - программа финансирования;
  - сформировать финансовый план предприятия;
- обеспечить максимальный денежный поток от основной деятельности за год.

### ***Описание программы производства***

*Производственная программа в модели описывается следующими переменными: объемы производства, удельные затраты производственных агрегатов, мощность каждого производственного агрегата, стоимость единицы времени каждого агрегата, коэффициент роста стоимости единицы времени агрегата, платежи за использование производственных агрегатов, коэффициенты инкассации по каждому производственному агрегату. Понятие производственный агрегат включает в себя так же и трудовые ресурсы производственных рабочих.*

Используется следующая схема расчетов. Сначала рассчитываются затраты производственных агрегатов по каждому продукту. Для этого суммируются все произведения удельных затрат производственных агрегатов и стоимости единицы времени их использования. Затем, используя коэффициенты инкассации, определяются выплаты денежных средств за использование каждого производственного агрегата при выпуске продукции.

В модели программы производства, учитывается ряд ограничений, в частности ограничение по производственным мощностям.

Пример несложной задачи из области производства приведен ниже.

Из отходов производства предприятие может организовать выпуск четырех видов продукции. Для этого оно планирует использовать два типа взаимозаменяемого оборудования. Количество изделий каждого вида, которое может быть изготовлено на соответствующем оборудовании в

течение 1 ч, а также затраты, связанные с производством одного изделия, приведены в таблице:

Таблица

Тип оборудования	Количество производимых в течение 1 ч изделий вида				Затраты (руб), связанные с производством в течение 1 ч изделий вида			
	А	В	С	Д	А	В	С	Д
1	8	7	4	5	2,7	2,6	2,7	2,4
2	6	8	6	4	2,6	2,7	2,6	2,5

Оборудование типа 1 предприятие может использовать не более 80ч, а оборудование типа 2 – не более 60ч. Учитывая, что предприятию следует изготовить изделий каждого вида соответственно не менее 240, 160, 150, 220 ед., определить, в течение какого времени и на каком оборудовании следует изготавливать каждое из изделий так, чтобы получить не менее нужного количества изделий при минимальных затратах на производство.

Для решения таких задач необходимо построить математическую модель. Процесс построения модели можно начать с ответа на три вопроса:

1. Для определения, каких величин строится модель (т.е. каковы переменные модели)?
2. В чем состоит цель, для достижения которой их множества всех допустимых значений переменных выбираются оптимальные?
3. Каким ограничениям должны удовлетворять неизвестные?

Отвечая на эти три вопроса, Вы определите целевую функцию (и соответствующую ей ячейку), изменяемые ячейки и те ограничения, которые будут учитываться в процессе анализа.

Тематика курсового проекта ориентирована на разработку системы для решения прикладных задач в заданной предметной области и предполагает выполнение следующих этапов:

- Постановка задачи;
- Формальная постановка;
- Методы решения;

- Пример использования описанных алгоритмов.

Средство ПОИСК РЕШЕНИЯ Microsoft Excel является инструментом оптимизации и распределения ресурсов. Вы можете найти наилучший вариант использования ограниченных ресурсов, обеспечивающий максимальное значение для одних величин, например, прибыли, или же минимальное – для других, например, затрат.

Для того, чтобы применить Поиск решения, необходимо сформулировать решаемую задачу.

*Целевая ячейка* – это ячейка рабочего листа, для которой нужно найти максимальное, минимальное или заданное значение.

*Изменяемые ячейки* – это ячейки, от которых зависит значение целевой функции. Поиск решения подбирает значения изменяемых ячеек до тех пор, пока не будет найдено решение.

*Ограничение* – это значение ячейки, которое должно находиться в определенных пределах или удовлетворять целевым значениям. Ограничения могут быть наложены на целевую функцию и изменяемые ячейки.

Команда ПОИСК РЕШЕНИЯ позволяет решать оптимизационные задачи трех типов:

- линейные;
- нелинейные;
- целочисленные.

Линейные и нелинейные оптимизационные задачи отображают зависимости между элементами задачи в виде формул на рабочем листе.

Целочисленные задачи возникают при наложении ограничения целочисленности на любой элемент задачи.

В большинстве оптимизационных задач зависимости между переменными линейны. Графически линейную задачу можно представить прямой линией. К линейным относятся задачи, использующие простые арифметические операции:

- сложение и вычитание;
- встроенные функции типа СУММ(), ТРЕНД(), ПРЕДСКАЗ().

Задача становится нелинейной, если между ее элементами возникает хотя бы одна непропорциональная зависимость. Графически нелинейную задачу можно представить кривой линией. Нелинейная зависимость может возникнуть в следующих случаях:

- при взаимном перемножении или делении изменяемых ячеек;
- если в задаче используется возведение в степень;
- если используются встроенные функции типа РОСТ(), КОРЕНЬ(), или любая из логарифмических функций.

Если известно, что решаемая задача линейна, то процесс решения можно значительно ускорить, установив в диалоговом окне *Параметры* флажок *Линейная модель*.

### Формальная постановка задачи и ее решение на примере транспортной задачи

Предположим, что фирма имеет 4 фабрики (поставщика) и 5 центров распределения ее товаров (потребителей). Поставщики имеют следующие производственные возможности: 200, 150, 225, 175 единиц продукции ежедневно соответственно. Потребители имеют потребности : 100, 200, 50, 250, 150 единиц. Хранение на фабрике единицы продукции, не поставленной поставщикам, обходится в 0,75\$ в день, а штраф за просроченную поставку единицы продукции, заказанной потребителем, но там не находящейся, равен 2,5\$. Стоимость перевозки единицы продукции с фабрик в пункты потребителей приведена в таблице.

Потребитель1	Потребитель2	Потребитель3	Потребитель4	Потребитель5
1,5	2	1,75	2,25	2,25
2,5	2	1,75	1	1,5
2	1,5	1,5	1,75	1,75
2	0,5	1,75	1,75	1,75

Необходимо так спланировать перевозки, чтобы минимизировать суммарные транспортные расходы.

Поскольку данная модель сбалансирована (суммарный объем произведенной продукции равен суммарному объему потребностей в ней), то в этой модели не надо учитывать издержки, связанные как со складированием, так и с недопоставками продукции. В противном случае в модель нужно было бы добавить :

- В случае перепроизводства – фиктивный пункт распределения, стоимость перевозок единицы продукции в который полагается

равной стоимости складирования, а объемы перевозок – объемам складирования излишков продукции на фабриках.

- В случае дефицита – фиктивную фабрику, стоимость перевозок единицы продукции с которой полагается равной стоимости штрафов за недопоставку продукции, а объемы перевозок – объемам недопоставок продукции в пункты распределения.

Для решения данной задачи построим ее математическую модель. Неизвестными в данной задаче являются объемы перевозок. Пусть  $x_{ij}$  – объем перевозок с  $i$ - фабрики на  $j$ - потребителю. Функция цели – это суммарные транспортные расходы, т.е.

$$z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} x_{ij}$$

Где  $c_{ij}$  – стоимость перевозки единицы продукции с  $i$  –й фабрики  $j$ -му поставщику.

Неизвестные в данной задаче должны удовлетворять следующим условиям:

- Объемы перевозок не могут быть отрицательными
- Так как модель сбалансирована, то вся продукция должна быть вывезена с фабрик, а потребности всех центров распределения должны быть полностью удовлетворены

В результате имеем следующую модель:

$$z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} x_{ij}$$

При ограничениях:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = b_j$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij} = a_i$$

$$x_{ij} \geq 0$$

$$j \in [1,5] \quad i \in [1,4]$$

где  $a_i$  – объем производства на  $i$  – фабрике,  $b_j$  – спрос  $j$  – поставщика.

Для решения этой задачи с помощью средства поиска решений введем данные, как показано на рис.20.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		потребитель 1						
2	поставщик 1	1,5	2	1,75	2,25	2,25		
3	поставщик 2	2,5	2	1,75	1	1,5		
4	поставщик 3	2	1,5	1,5	1,75	1,75		
5	поставщик 4	2	0,5	1,75	1,75	1,75		
6								
7	поставщик 1						=СУММ(B7:F7)	200
8	поставщик 2						=СУММ(B8:F8)	150
9	поставщик 3						=СУММ(B9:F9)	225
10	поставщик 4						=СУММ(B10:F10)	175
11		=СУММ(B7:B10)	=СУММ(C7:C10)	=СУММ(D7:D10)	=СУММ(E7:E10)	=СУММ(F7:F10)		
12	Потребности	100	200	50	250	150	=СУММПРОИЗВ(B7:F10)	

Рис.20. Транспортная задача

В ячейки B2:F5 введены стоимости перевозок. Ячейки B7:F10 отведены под значения неизвестных(объем перевозок). В ячейки G7:G10 введены объемы производства на фабриках, а в ячейки B12:F12 введена потребность в продукции поставщиков. В ячейку G12 введена целевая функция

$$=СУММПРОИЗВ(B2:F5;B7:F10)$$

В ячейки A11:F11 введены формулы

$$=СУММ(B7:B10) \quad =СУММ(C7:C10) \quad =СУММ(D7:D10) \quad =СУММ(E7:E10) \quad =СУММ(F7:F10)$$

Определяющие объем продукции, ввозимой поставщиками.

В ячейки F6:F9 введены формулы вычисляющие объем продукции, вывозимой с фабрик.

$$=СУММ(B7:F7)$$

$$=СУММ(B8:F8)$$

$$=СУММ(B9:F9)$$

$$=СУММ(B10:F10)$$

Теперь выберем команду СЕРВИС, ПОИСК РЕШЕНИЯ и заполним открывшееся диалоговое окно Поиск решения:

- В окне *Параметры* установите флажок *Линейная модель*.
- *Установить целевую функцию*: \$G\$12
- *Равной* Минимальному значению
- *Изменяя ячейки*: B7:F10

- Ограничения  $B_{12}:F_{12} = B_{11}:F_{11}$   
 $B_7:F_{10} \geq 0$   
 $H_7:H_{10} = G_6:G_{10}$
- Выполнить

Студенту предлагается выполнить моделирование бизнес-процесса предприятия из заданного преподавателем списка.

## Литература

1. А.Ю. Гарнаев. Использование MS Excel и VBA в экономике и финансах. – СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2012. – 336с.:ил.

Интернет-источники:

<http://quality.eup.ru/DOCUM4/mbp.htm>

[http://www.devbusiness.ru/development/eod/vern\\_bp\\_order.htm#text1](http://www.devbusiness.ru/development/eod/vern_bp_order.htm#text1)