

**МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ И ПРОЦЕДУРЫ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКИХ ФИРМАХ**
Самарский государственный аэрокосмический университет

Одной из наиболее важных задач в деятельности производственно-коммерческих фирм (ПКФ) является принятие решений по распределению ресурсов и сопровождению заказов на продукцию в условиях изменения потребностей клиентов в товарах и услугах, сбоев в производственных процессах, транспортных и финансовых операциях. Решение этой задачи возможно с применением теории массового обслуживания, методов сетевого планирования и статистического имитационного моделирования. Применение этих методов требует разработки моделей управления заказами и выбора соответствующих процедур сбора и обработки данных для принятия решений в конкретных ситуациях.

Для разработки процедур управления заказами выбрана модель деятельности фирмы, разработанная Чу и Нейлором [1] и модифицированная нами для условий ПКФ, осуществляющей полный цикл производства.

В основу модели обслуживания заказов положены следующие положения. Все полученные заказы на основную продукцию и коммерческие предложения должны пройти все k -стадий (процессов) в заданном порядке. Для отдельных заказов время обслуживания заказа на k -той стадии может равняться нулю.

Каждый процесс описывается своей производственной функцией, не зависящей от производственных функций других процессов. Между процессами могут существовать "накопители результатов". Выход каждого процесса характеризуется объемом продукции, работ или услуг за период времени $Q_i = F_j(q, T_p)$, где q - множество производственных факторов общих для всех процессов; T_p - период планирования. Для описания выпуска продукции за единицу времени вместо обычно применяемых неоклассических производственных функций [2], получение которых затруднено. Возьмем величину $T_i = 1/Q_i$ - время необходимое для выпуска единицы изделия или обслуживания заказа в j -том процессе. При этом функция плотности вероятностей величины T_j и ее параметры определяются уровнем использования производственных факторов $F(q_i)$ в течение периода времени T_p , при этом принимаются известными функция плотности вероятностей $F(T_j, T_p)$, математическое ожидание $E(T_j)$ и дисперсия $V(T_j)$.

Функция темпа поступления заказов или время реализации k -того процесса может быть оценена каким-либо образом, например, на основе статистики. Известны математическое ожидание $E(Q_i)$ и дисперсия $V(Q_i)$ j -того процесса. В условиях случайного потока заказов фирма не может полностью управлять величиной T_j , но может воздействовать на значение функции $Q_i = F_j(q, T_p)$ изменением производственных факторов, используемых на j -том процессе. После распределения фактора на плановый период величина T_j становится случайной и не контролируется внутри этого периода. Она может только корректироваться при изменении ситуации с использованием т.н. скользящего горизонта планирования (например, план всегда разрабатывается на основе поступивших заказов на квартал или месяц и корректируется ежедекадно или еженедельно). Число заказов, которые можно реализовать по определенной цене за единицу времени является случайной величиной $D(t)$ с функцией плотности вероятности $F(D)$, математическим ожиданием $E(D)$ и дисперсией $V(D)$. В реальных условиях $V(D)$ не равно 0 и фирма не может предсказать с полной определенностью, какое число единиц продукции оно сможет продать по заданной цене в течении планового периода T_p . Однако руководство фирмы может воздействовать на вид функции $F(D)$ и величины $E(D)$, $V(D)$ изменением стратегии затрат на рекламу и сбыт продукции. Поскольку спрос является случайным процессом, случайна и последовательность промежутков времени между $(i-1)$ и i -тым заказами.

Выбрав производственные факторы на планируемый период, фирма принимает все заказы

для рассмотрения, даже если она не в состоянии завершить или начать их реализацию в этом периоде. Такие заказы ставятся в очередь для включения в план последующего периода или передаются компаньонам или даже конкурентам за определенную плату. В начале каждого планового периода T_p руководство фирмы должно принять следующие решения:

определить минимально необходимый уровень затрат на рекламу и сбыт по сегментам рынка на основе оценок $F(D)$, $E(D)$ и $V(D)$ на плановый период, формируемых по данным реально зарегистрированных заявок и коммерческих предложений;

определить распределение факторов $g(k)$ по k производственным процессам на основе оценок $F_j(g)$, $E(Q_j)$, $V(Q_j)$, где $j=1,2,\dots,k$.

Рассмотренные положения определяют следующую математическую модель процесса управления заказами. В момент получения очередного заказа т.е. при $i=1,2,\dots,m$ состояние фирмы определяется возможностями обслуживания заказов и характеризуется полным временем (продолжительностью) обслуживания всего потока заявок

$T_{ik} = WT_{ik} + ST_{ik}$, $i=2,\dots,m$ - количество заказов; $k=1, 2, \dots, n$ - число процессов в системе, где:

WT_{ij} - время ожидания очереди i -того заказа на j -том процессе;

ST_{ij} - время обработки i -того заказа на j -том процессе;

AT_i - промежуток времени между $(i-1)$ и i -тым заказом ($i=1,\dots,m$);

DT_{ij} - время простоя j -того процесса в ожидании i -того заказа;

$T_{ij} = WT_{ij} + DT_{ij}$ - полное время пребывания i -того заказа в j -том процессе.

Если известны точные или статистические характеристики параметров конкретных производственных процессов, то ожидает ли заказ в очереди или простаивает процесс зависит от знака разностей $DIF_k = T_i - AT_i$

Если у j -того процесса $Dif_j > 0$, то время простоя процесса равно 0, а время ожидания $WT_{ij} = Dif_j$, $i=2, \dots, m$; $j=1, \dots, k$.

Если для данного процесса $DIF_j < 0$, то время ожидания равно 0, а время простоя процесса равно $DT_{ij} = -DIF_j$.

Если $Dif_j = 0$, то и времена ожидания и простоя процесса равны нулю, что является одним из наиболее важных показателей ритмичности деятельности фирмы к которому надо стремиться, так как при этом в условиях согласованных цен на ресурсы обеспечиваются условия нагрузки персонала и оборудования и обслуживаются все заказы. При поступлении следующих заказов они регистрируются и поступают на обслуживание. Переход заказа на очередную стадию осуществляется в общем виде случайным образом при выполнении событий, характеризующих завершенность k -того процесса. Примерами таких событий могут быть факты приема заказов по поставкам комплектующих и материалов, подтверждение оплаты заказов, сообщения о состоянии запасов, изменениях цен и др. Величины AT_i и ST_{ij} являются случайными с известными функциями плотности вероятности, математическим ожиданием и дисперсией.

Предложенная модель является основой постановки задачи управления заказами, которая формулируется следующим образом. На основе зарегистрированных данных о потребностях и заказах сформировать план распределения средств по процессам, обеспечивающий обслуживание максимально возможного набора заказов, гарантирующего фирме наибольший доход (прибыль) на заданном горизонте планирования (квартал, месяц).

Основными производственными факторами плана являются распределение затрат ресурсов по производственным операциям (оформление заказов, закупки и комплектация, собственное производство узлов, сборка и испытания и т.д.), затраты на рекламу и сбыт продукции, полные затраты на содержание фирмы.

Перечисленные факторы являются количественными, легко поддаются первичному учету и могут быть основой для оперативных планов фирмы.

Структура плана фирмы по обслуживанию заказов представлена в виде табл. 1. План может корректироваться на основе обработки событий о реальном прохождении заказа по этапам технологического процесса и внешних возмущениях.

Таблица 1
СТРУКТУРА ПЛАНА ФИРМЫ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЗАКАЗОВ

Номер варианта	Спрос	Темпы производства (единиц продукции или работ в день) по этапам процесса				Затраты фирмы
		j=1	j=2	j=3	j=4	
Тп	E(D)					C (Тп)
Период. вид продукции	Анализ рынка	Регистрация заказов и предложений	Комплектация изделий и материалов	Производство и агрегатирование изделий	Реализация изделий и товаров	(тыс. руб.)
1	E(d1)	10	8	2	3	500
2	E(d2)	12	4	2	4	520

В модели принято считать распределения $F(D)$ и $f_j(q)$ пуассоновскими, а каждый вариант плана определяется значением полных затрат $C(T_p)$ и параметрами $E(Q_j)$. Известно, что функция плотности вероятностей промежутков времени продолжительности t между двумя последовательными событиями задается экспоненциальным распределением. С учетом этого промежутки времени между заказами AT и затраты времени на их обработку ST_j при $t=1$ их математические ожидания соответственно равны:

$$EAT = 1/E(D), \quad EST = 1/E(Q_j), \quad j=1,2,3,4.$$

Вариантные расчеты на плановый период в качестве критерия оптимизации, упорядочения и отбора вариантов плана, могут использовать прибыль или доход фирмы после всех расчетов с государством, компаньонами и персоналом
 $N\phi = P \cdot Q - C.$

где P - цена, Q - количество единиц реализованной продукции за период. C - полные затраты обслуживание заказов и содержание фирмы.

В приведенной модели можно использовать любой тип функций плотности распределения вероятностей или известные эмпирические распределения для $f(d)$ и $f(q)$. В случае пуассоновского спроса и пуассоновских производственных процессов прибыль определяется следующими характеристиками:

ожидаемым числом заказов, пришедшим в систему или полным спросом за плановый период $V(o) = E(D) \cdot TM$;

ожидаемым числом заказов невыполненных к концу планового периода и находящихся на обслуживании на k -том процессе

$$V(k) = \sum_{j=1}^k \frac{E(D) / E(j)}{1 - E(D) / E(Q_j)} ;$$

ожидаемым числом выполненных заказов за плановый период

$$V_m = \left[E(D) \cdot TM - \sum_{j=1}^k \frac{E(D) / E(Q_j)}{1 - E(D) / E(Q)} \right]$$

Прибыль в условиях стационарного процесса производства, неизменности цен за период моделирования и при $E(D) < E(Q_i)$ определяется формулой:

$$N = P \left[E(D) \cdot TM - \sum_{j=1}^k \frac{E(D) / E(Q_j)}{1 - E(D) / E(Q)} \right] - C.$$

Реализация задачи управления обслуживанием заказов, таким образом, тесно увязывается с задачами планирования ресурсов и может быть представлена в виде следующих обобщенных процедур принятия решений:

анализ накопителей и упорядочение входящего потока заявок на обслуживание (по датам, типам изделий, заказчикам, сложности заказов и т.д.;

построение графика обслуживания заказа;
проведение имитационного эксперимента с полным набором реальных заказов и моделированием потока случайных событий;
регистрация событий (по фактам поступления сообщений);
оценка хода реализации проекта, принятие оперативных решений по событиям и корректировка графиков обслуживания заказов.

Для реализации этой модели с учетом производственных факторов, определяющих поток требований и технологические операции, разработана сетевая ситуационная модель для принятия решений. Состав событий определен на основе опыта руководства фирмы. По каждому событию определены регламент обслуживания, условия принятия решений и возможные действия.

Таким образом, управление заказами разбивается на две задачи: разработка графика обслуживания заказов и моделирование распределения ограниченных финансов фирмы для обслуживания максимально возможного числа приоритетных заказов. Решение этих задач основано на единой информации, характеристиках продукции и решении задач регистрации заявок и коммерческих предложений, учете продаж и подготовки данных для статистического имитационного моделирования по рассмотренным алгоритмам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нейлор Т. и др. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. - М.: Мир, 1975.
2. Новиков О.А., Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. - М.: Сов. радио, 1969.