

OPTIMIZATION OF MARKETING MANAGEMENT APPLICATION BASED ENTERPRISES OPERATIONS RESEARCH METHODS

Pesikov Eduard Borisovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the
Department of Automation of Communications Enterprises of the St. Petersburg State

Prof. M. A. Bonch-Bruevich

University of Telecommunications.

Sarimsakov Khamidjon Usmonovich

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Information
Technology, Andijan Machine-Building Institute

Abstract

The implementation of one of the possible approaches to the formation of the marketing strategy of a communication enterprise, based on the use of operations research methods and allowing to optimize the choice of assortment, supply volumes, market segments and prices for communication services, is considered. The results of solving the problem of nonlinear partial-integer programming using the proposed heuristic method based on iterative increase in prices for communication services and solving the problem of linear partial-integer programming using the Land and Doig method are presented.

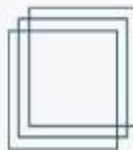
Keywords: enterprise, marketing management, optimization model, communication service, target segment, sales volume, price, hierarchy analysis method.

Introduction

Введение. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью формирования эффективной маркетинговой стратегии предприятия в условиях высокой динамики изменений параметров рынка, высокой остроты конкуренции и ограниченности производственных ресурсов [1].

Целью работы является разработка аналитического инструментария оптимального планирования товарной, сбытовой и ценовой стратегий предприятия, основанного на эвристических методах и моделях математического программирования. В основу предлагаемого инструментария положена математическая модель выбора оптимального ассортимента, объемов продаж, сегментов рынка и цен на продукцию за плановый период [2]. С помощью предлагаемой оптимизационной модели представляется возможным планировать производство и реализацию как ранее производимой, так и новой продукции.

Постановка задачи. Пусть предприятие работает со своими продуктами на определенных рынках (или сегментах рынка). В товарном портфеле предприятия имеются также виды продукции (или услуги), с которыми предприятие еще не вышло на рынок и по которым необходимо принимать решение о целесообразности их производства и вывода на рынок. Проведенные



маркетинговые исследования позволили оценить емкости рынков сегментов, на которых предприятие уже работает или предполагает выходить со своими продуктами. Маркетологи определили также по каждому сегменту рынка предельные значения цен, по которым потребитель согласен приобрести продукты. Руководство предприятия ставит перед собой задачу достичь в планируемом периоде определенных значений таких целевых показателей как прибыль от реализации продукции и доля рынка, контролируемая предприятием. Ожидаемые уровни наличных производственных ресурсов (материалы, оборудование и трудовые ресурсы) в планируемом периоде определены и используются при планировании в качестве ограничивающих факторов. Предполагаются заданными нормы расхода ресурсов на единицу каждого вида продукта; затраты на реализацию (транспортные и торговые издержки, затраты на рекламу) единицы продукта для каждого сегмента рынка; цены единицы каждого вида ресурса.

Требуется определить на какие сегменты рынка, с какими продуктами, объемами предложения и ценами следует выходить предприятию на рынок при условии, что будут реализованы цели предприятия, учтены ограничения по спросу и производственным ресурсам и при этом ожидаемая прибыль от производства и реализации продукции достигнет своего максимального значения.

Математическая модель задачи. Формализация процесса выбора сегментов рынка, ассортимента продукции, объемов предложения и цен на продукцию проводится в терминах математического программирования. При построении математической модели случайные параметры модели (например, спрос на продукты на различных сегментах рынка) заменяются их математическими ожиданиями. Построение математической модели проводится для фиксированного временного интервала, т. е. процесс планирования исследуется в статической постановке. При необходимости построения динамической модели, т. е. рассмотрения процесса планирования в динамике, следует задавать временную определенность всем переменным и параметрам рассматриваемой математической модели.

Рассмотрим компоненты предлагаемой оптимизационной модели. Управляемыми переменными в модели являются:

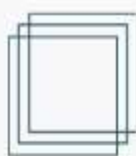
x_{jf} – объем продаж продукта j на сегменте f ; причем $j \in J_1$ и $j \in J_2$,

где J_1 – множество продуктов j , с которыми предприятие уже работает на рынке;

J_2 – множество продуктов j , по которым предприятие должно принимать решение о выходе на рынок;

$f \in F$, F – множество сегментов f , на которых предприятие может работать со своими продуктами;

w_{jf} – булевы переменные, управляющие включением в план производства и реализации «новых», ранее разработанных товаров; причем переменные w_{jf} такие,



что $w_{jf} = 1$, если продукт j будет реализовываться на сегменте рынка f и $w_{jf} = 0$ – в противном случае;

g_{jf} – цена единицы продукта j , по которой продукт будет реализовываться на сегменте f ;

k_{jf} – булевы переменные, отслеживающие факт превышения расчетных цен g_{jf} заданных предельных цен q_{jf}^{mp} для сегмента f ;

Переменные k_{jf} такие, что $k_{jf} = 1$, если $g_{jf} \leq q_{jf}^{mp}$ и $k_{jf} = 0$, если $g_{jf} > q_{jf}^{mp}$.

Система ограничений на значения управляемых переменных описывает условия функционирования исследуемой производственной системы.

Ограничение, гарантирующее предприятию достижение в планируемом периоде заданного уровня прибыли от производства и реализации продукции, имеет вид:

$$P(x, w, g, k) = \left[\sum_{j \in J} \left(\sum_{f \in F} g_{jf} k_{jf} x_{jf} - \sum_{f \in F} S_{jf} x_{jf} - \sum_{l \in L} \tilde{q}_l m_{jl} \sum_{f \in F} x_{jf} \right) \right] \geq P_0,$$

где S_{jf} – затраты на реализацию единицы продукта j на сегменте f ;

\tilde{q}_l – цена единицы ресурса l ;

m_{jl} – норма расхода ресурса l на единицу продукта j ;

L – множество наименований производственных ресурсов l ;

P_0 – желаемое значение прибыли предприятия от реализации продукции за планируемый период;

$$k_{jf} = \begin{cases} 1, & \text{если } q_{jf} \leq q_{jf}^{mp}; \\ 0, & \text{если } q_{jf} > q_{jf}^{mp}. \end{cases}$$

Ограничения, гарантирующие предприятию достижение заданного значения доли рынка для каждого исследуемого сегмента, сводятся к системе неравенств вида:

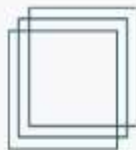
$$\sum_{j \in J_1} x_{jf} + \sum_{j \in J_2} x_{jf} \geq b_f E_f, f \in F,$$

где b_f – желаемое значение доли рынка f -го сегмента;

E_f – емкость рынка сегмента f .

Ограничения на значения объемов предложения продукции на различных сегментах рынка имеют вид:

$$\begin{aligned} \underline{a}_{jf} &\leq x_{jf} \leq \bar{a}_{jf}, j \in J_1; f \in F, \\ \underline{a}_{jf} w_{jf} &\leq x_{jf} \leq \bar{a}_{jf} w_{jf}, j \in J_2; f \in F, \\ 0 &\leq w_{jf} \leq 1; \\ w_{jf} &\text{ – целые,} \end{aligned}$$



где a_{jf} , \bar{a}_{jf} – соответственно нижняя и верхняя границы объема предложения продукта j на сегменте f (a_{jf} – обязательная часть объема производства продукта j для реализации его на сегменте f ; \bar{a}_{jf} – платежеспособный спрос на продукт j на сегменте f).

Ограничения по производственным ресурсам, гарантирующие не превышение расчетной потребности в ресурсах уровней наличных ресурсов, сводятся к следующим неравенствам:

$$\sum_{j \in J} m_{jl} x_{jf} \leq M_l, l \in L,$$

где M_l – уровень наличных ресурсов вида l в планируемом периоде. Ограничения на значения цен продуктов записываются следующим образом:

$$q_{jf} \leq g_{jf} \leq q_{jf}^{np}, j \in J_1; f \in F$$
$$q_{jf} w_{jf} \leq g_{jf} \leq q_{jf}^{np}, j \in J_2, f \in F$$

где q_{jf} – нижняя граница цены единицы продукта j на сегменте f (например, себестоимость продукта).

q_{jf}^{np} – предельная цена продукта j на сегменте f .

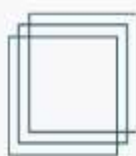
Критерием оптимальности (целевой функцией) задачи является максимизация ожидаемой прибыли от реализации продукции за планируемый период:

$$\max_{x, w, g, k} P(x, w, g, k).$$

В итоге получаем следующую формулировку задачи: требуется найти такие значения $x^* = ||x_{jf}^*||$, $w^* = ||w_{jf}^*||$, $g^* = ||g_{jf}^*||$ и $k^* = ||k_{jf}^*||$ управляемых переменных, которые удовлетворяли бы системе ограничений и при этом доставляли бы максимум целевой функции $P(x, w, q, k)$.

Оптимизационная модель относится к классу моделей нелинейного программирования с управляемыми переменными целого (булевого) и непрерывного типа [3, 4].

Для анализа модели предлагается применять эвристический алгоритм, основанный на поэтапном увеличении значений цен продуктов и решении на каждом этапе соответствующей задачи частично-целочисленного программирования методом ветвей и границ (методом Лэнда и Дойга). При итерационном увеличении цен (начиная с себестоимости продуктов) ожидаемая прибыль вначале должна расти за счет роста объема выручки. В дальнейшем отдельные виды продуктов, для которых текущие значения цен будут превышать предельные цены для сегментов, начнут “выпадать” из сегментов. В результате



рост прибыли должен замедлиться и начиная со определенной итерации прибыль будет уменьшаться. Значения объемов предложения и цен на продукты, а также множество оставшихся сегментов на определенном шаге итерационного процесса, при котором достигается максимальная прибыль предприятия, будут соответствовать оптимальному решению задачи.

В результате решения задачи представляется возможным оптимизировать выбор целевых сегментов, ассортимента и объемов продаж продукции, а также цен на продукты на каждом сегменте; наиболее полно учесть потребительский спрос; максимизировать ожидаемую прибыль от продаж продукции и эффективность использования производственных ресурсов.

Решение поставленной задачи на ПК применительно к отрасли связи

Исходные данные. Распределение уже освоенных и альтернативных видов услуг по сегментам рынка представлено в табл.1. Символ «*» означает возможность работы предприятия связи с данной услугой на сегменте рынка, а символ «**» - новую (альтернативную) услугу.

ТАБЛИЦА 1 Распределение видов услуг по сегментам рынка

Код услуги	Услуга	Код сегмента				
		S1	S2	S3	S4	S5
U1	Внедрение IP АТС	*	*			*
U2	Установка и переустановка абонентских устройств	*		*		*
U3	Объединение устройств и компьютеров в сеть	*	*			*
U4	Монтаж волоконно-оптических линий связи			*	*	
U5	Ремонт волоконно-оптических линий связи			*	*	*
U6	Аренда каналов связи				**	
U7	Аренда сервера	**		**		

В табл.2 приведены значения нижних и верхних границ платёжеспособного спроса в плановом периоде (год) на все виды услуг, имеющих в товарном портфеле предприятия связи.

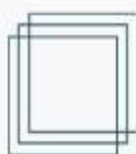


ТАБЛИЦА 2 Нижние (Н) и верхние (В) границы спроса на услуги
(количество обращений в год)

Код услуги	Сегменты									
	S_1		S_2		S_3		S_4		S_5	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
U_1	500	2000	1000	3000	-	-	-	-	700	2600
U_2	300	1000	-	-	200	1500	-	-	100	1600
U_3	40	700	60	500	-	-	-	-	160	1000
U_4	-	-	-	-	200	1200	350	1500	-	-
U_5	-	-	-	-	300	2000	140	1400	30	800
U_6	-	-	-	-	-	-	100	500	-	-
U_7	150	800	-	-	45	400	-	-	-	-

В табл.3 приведены начальные, предельные значения цен и приращения цен на каждый вид услуги j для каждого сегмента f . Виды наличных ресурсов, необходимых для оказания услуг, а также нормы расхода на одну услугу представлены в табл.4.

ТАБЛИЦА 3 Начальные, предельные цены и приращения цен на услугу

Услуга (j)	Сегмент (f)	Начальная цена услуги j на сегменте f (руб.)	Предельная цена услуги j на сегменте f (руб.)	Приращение цены на услугу j на сегменте f (руб.)
U_1	S_1	10000	115000	13200
U_1	S_2		105000	
U_1	S_5		142000	
U_2	S_1	250	4000	375
U_2	S_3		5000	
U_2	S_5		3000	
U_3	S_1	400	6000	710
U_3	S_2		8800	
U_3	S_5		7500	
U_4	S_3	7000	64000	5700
U_4	S_4		58000	
U_5	S_3	2000	12400	1180
U_5	S_4		14300	
U_5	S_5		13800	
U_6	S_4	12500	35000	2250
U_7	S_1	900	8600	770
U_7	S_3		6300	

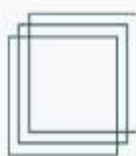


ТАБЛИЦА 4 Нормы расхода ресурсов на одну услугу

Код услуги	Наименование ресурса				
	Фонд времени работы сотрудников (час.)	Оптический кабель (км.)	Патч-корд (км.)	Время работы серверов (час.)	Время работы канала связи (час.)
<i>U1</i>	70	-	0,2	-	-
<i>U2</i>	8	-	0,02	-	-
<i>U3</i>	6	-	0,1	-	-
<i>U4</i>	10	0,9	-	-	-
<i>U5</i>	10	0,07	-	-	-
<i>U6</i>	4	-	-	-	720
<i>U7</i>	1	-	-	720	-
Всего ресурса в наличии:	347200	700	2000	172800	259200

В табл. 5 представлены данные о затратах на реализацию одной услуги через стоимость одного часа работы. В табл. 6 приведена стоимость единицы ресурсов, необходимых для предоставления первых пяти услуг.

ТАБЛИЦА 5 Данные о стоимости реализации одной услуги

Код услуги	Норма расхода времени на одну услугу (час)	Стоимость часа работы сотрудника (руб.)	Затраты на реализацию одной услуги (руб.)
<i>U1</i>	70	250	17500
<i>U2</i>	8	200	1600
<i>U3</i>	6	200	1200
<i>U4</i>	10	250	2500
<i>U5</i>	10	250	2500
<i>U6</i>	4	250	1000
<i>U7</i>	1	250	250

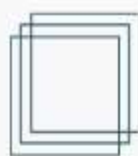


ТАБЛИЦА 6 Стоимость единицы ресурсов

Наименование ресурса	Единица измерения ресурса	Цена единицы ресурса (руб.)
Оптический кабель	км.	40000
Патч-корд	км.	30000

Расчеты проводились с использованием программы «Lindo», предназначенной для решения задач линейного и частично-целочисленного программирования. Используя результаты решения последовательности задач, получаемых в процессе итерационного увеличения цен на услуги связи, строится график изменения прибыли от предоставления услуг в зависимости от номера итерации изменения цен (см. рис.1).

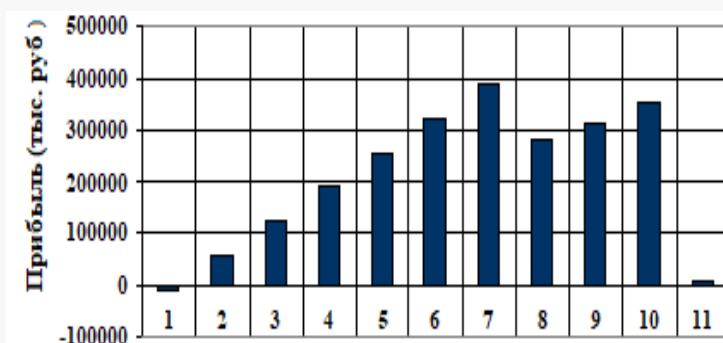
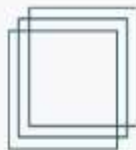


Рисунок 1 График зависимости прибыли от номера шага изменения цен. Значения объемов предложения (V) и цен на услуги связи (P), а также множество сегментов на седьмом шаге итерационного процесса изменения цен, на котором достигается максимальная прибыль предприятия, будут соответствовать оптимальному решению задачи (см. табл.7).

ТАБЛИЦА 7 Оптимальные значения объёмов предложения услуг (обращений в год)

Код услуги	Код сегмента									
	S_1		S_2		S_3		S_4		S_5	
	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P
U_1	2000	102400	2009	102400					700	102400
U_2	300	2875			200	2875			100	2875
U_3	40	5370	60	5370					160	5370
U_4					200	46900	350	46900		
U_5					300	10260	140	10260	30	10260
U_6							360	28250		
U_7	-	-			240	6290				



Представляется целесообразным оказывать альтернативные услуги, при этом услугу U7 необходимо реализовывать только на сегменте S3 (без выхода на S1). Максимальное значение прибыли от реализации рассматриваемого набора услуг составило 390516,448 тыс. руб.

В дальнейшем для сокращения размерности решаемой задачи и выбора наиболее подходящих для работы сегментов рынка предлагается использовать метод анализа иерархий (метод Т. Саати) [5].

Литература

1. Котлер Ф. Основы маркетинга; пер. с англ. Е. М. Пенькова. - М.: Прогресс, 2008.
2. Песиков Э. Б. Стратегическое планирование. Решение задачи выбора оптимальных сегментов рынка, ассортимента, объемов предложения и цен изданий // «Print&Publishing». 2001. № 46. С. 48–50.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. - М.: Дрофа, 2004.
4. Зайченко Ю. П. Исследование операций. Учебник. 6-е изд. - Киев: Слово, 2003.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993.