

УДК 658.8.012.12
doi:10.18720/SPBPU/2/id23-457

Песиков Эдуард Борисович,
д-р техн. наук, профессор

**ФОРМИРОВАНИЕ МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ
ПРЕДПРИЯТИЯ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ**

Россия, Санкт-Петербург, ed_pesikov@mail.ru

Аннотация. Рассматривается реализация одного из возможных подходов к формированию маркетинговой стратегии предприятия связи, основанного на применении методов исследования операций и позволяющего оптимизировать выбор ассортимента услуг, объемов продаж, сегментов рынка и цен на услуги связи. Формализация процесса планирования сводится к анализу модели нелинейного частично-целочисленного программирования с помощью эвристического метода, основанного на итерационном увеличении цен на услуги связи и решении на каждом шаге изменения цен задачи линейного частично-целочисленного программирования методом Лэнда и Дойга.

Ключевые слова: предприятие, услуга связи, маркетинг, стратегия, целевой сегмент, объем продаж, цена, оптимизационная модель.

Eduard B. Pesikov,
Professor, Doctor of Technical Sciences

FORMATION OF A MARKETING STRATEGY OF A COMMUNICATION ENTERPRISE ON THE BASIS OF THE APPLICATION OF OPERATIONS RESEARCH METHODS

St. Petersburg, Russia, ed_pesikov@mail.ru

Abstract. The implementation of one of the possible approaches to the formation of a marketing strategy for a communications enterprise, based on the use of operations research methods and allowing to optimize the choice of a range of services, sales volumes, market segments and prices for communications services, is considered. Formalization of the planning process is reduced to the analysis of a nonlinear partial-integer programming model using a heuristic method based on an iterative increase in prices for communication services and solving the problem of linear partial-integer programming at each step of changing prices using the Land and Doig method.

Keywords: enterprise, communication service, marketing, strategy, target segment, sales volume, price, optimization model.

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 математического программирования. В основу предлагаемого инструментария положена математическая модель выбора оптимального ассортимента, объемов продаж, сегментов рынка и цен на виды услуг за плановый период [2].

1. Постановка задачи

Предприятие работает со своими услугами на определенных рынках (или сегментах рынка). В товарном портфеле предприятия имеются также виды услуг, с которыми предприятие еще не выходило на рынок и по которым необходимо принимать решение о целесообразности их применения. Проведенные маркетинговые исследования позволили оценить емкости рынков сегментов, на которых предприятие уже работает или предполагает выходить со своими услугами. Маркетологи определили также по каждому сегменту рынка предельные значения цен, по которым потребитель согласен заказать услуги. Руководство предприятия ставит перед собой задачу достичь в планируемом периоде определенных значений таких целевых показателей как прибыль от реализации услуг 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 видами услуг, объемами продаж 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 реализации услуг достигнет своего максимального значения.

2. Математическая модель задачи

Формализация процесса выбора сегментов рынка, ассортимента услуг, объемов предложения и цен на услуги проводится в терминах математического программирования. При построении математической модели случайные параметры модели (например, спрос на услуги на различных сегментах рынка) заменяются их математическими ожиданиями.

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

x_{jf} — объем продаж услуги j на сегменте f ; $j \in J_1$ и $j \in J_2$,

где J_1 — множество видов услуг j , с которыми предприятие уже функционирует на рынке;

J_2 — множество новых видов услуг j , по которым предприятие должно принимать решение о выходе на рынок;

$f \in F$, где F — множество сегментов f , на которых предприятие может работать со своими услугами;

w_{jf} — булевы переменные, управляющие включением в план производства и реализации «новых», ранее разработанных услуг; причем переменные w_{jf} такие, что $w_{jf} = 1$, если услуга j будет реализовываться на сегменте рынка f и $w_{jf} = 0$ — в противном случае;

g_{jf} — цена услуги j , по которой она будет реализоваться на сегменте f ;

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

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

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:

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

где S_{jf} — затраты на реализацию одной услуги j на сегменте f ;

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

m_{jl} — норма расхода ресурса l на реализацию одной услуги j ;

L — множество наименований производственных ресурсов l ;

P_0 — желаемое значение прибыли предприятия от реализации услуг за планируемый период;

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

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 продаж услуг на различных сегментах рынка имеют вид:

$$\underline{a}_{jf} \leq x_{jf} \leq \bar{a}_{jf}, j \in J_1; f \in F,$$

$$\underline{a}_{jf} w_{jf} \leq x_{jf} \leq \bar{a}_{jf} w_{jf}, j \in J_2; f \in F,$$

$$0 \leq w_{jf} \leq 1;$$

$$w_{jf} - \text{целые},$$

где $\underline{a}_{jf}, \bar{a}_{jf}$ — соответственно нижняя и верхняя границы объема продаж услуги j на сегменте f (\underline{a}_{jf} — обязательная часть объема продаж услуги j на сегменте f ; \bar{a}_{jf} — уровень платежеспособного спроса на услугу j на сегменте f).

Ограничения по производственным ресурсам, гарантирующие не превышение расчетной потребности заданных 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 услуг имеют вид:

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

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

где q_{jf}^h — нижняя граница цены услуги j на сегменте f (например, себестоимость одной услуги); q_{jf}^{np} — предельная цена услуги продукта j на сегменте f .

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

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

В итоге, получаем следующую формулировку задачи: требуется найти такие значения $x^* = \|x_{jf}^*\|$, $w^* = \|w_{jf}^*\|$, $g^* = \|q_{jf}^*\|$ и $k^* = \|k_{jf}^*\|$ управляемых переменных x, w, q, k , 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 [3–5].

Для анализа модели предлагается применять эвристический алгоритм, основанный на поэтапном увеличении значений цен на услуги 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 услуг, ожидаемая прибыль вначале должна расти за счет роста объема выручки. В дальнейшем отдельные виды услуг, для которых текущие значения цен будут превышать предельные цены для сегментов, начнут «выпадать» из сегментов. При этом увеличение прибыли будет замедляться и на определенной итерации прибыль начнет уменьшаться. Значения объемов продаж и цен на услуги по сегментам рынка, полученных на определенном шаге итерационного процесса, при котором достигается максимальная прибыль предприятия, будут соответствовать оптимальному решению задачи.

3. Решение поставленной задачи на ПК

Исходные данные. Распределение уже освоенных и альтернативных видов услуг по сегментам рынка представлено в таблице 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 таблице 2 приведены значения нижних и верхних границ платёжеспособного спроса в плановом периоде (за 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									
	S1		S2		S3		S4		S5	
	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В
U1	500	2000	1000	3000	-	-	-	-	700	2600
U2	300	1000	-	-	200	1500	-	-	100	1600
U3	40	700	60	500	-	-	-	-	160	1000
U4	-	-	-	-	200	1200	350	1500	-	-
U5	-	-	-	-	300	2000	140	1400	30	800
U6	-	-	-	-	-	-	100	500	-	-
U7	150	800	-	-	45	400	-	-	-	-

В таблице 3 приведены начальные, предельные значения цен и приращения цен на каждый вид услуги j для каждого сегмента f .

Таблица 3

Начальные, предельные цены и приращения цен на услуги

Услуга (j)	Сегмент (f)	Начальная цена на услуги j на сегменте f (руб.)	Предельная цена услуги j на сегменте f (руб.)	Приращение цены на услугу j на сегменте f (руб.)
U1	S1	10000	115000	13200
U1	S2		105000	
U1	S5		142000	
U2	S1	250	4000	375
U2	S3		5000	
U2	S5		3000	
U3	S1	400	6000	710
U3	S2		8800	
U3	S5		7500	
U4	S3	7000	64000	5700
U4	S4		58000	
U5	S3	2000	12400	1180
U5	S4		14300	
U5	S5		13800	
U6	S4	12500	35000	2250
U7	S1	900	8600	770
U7	S3		6300	

Виды наличных ресурсов, необходимых для оказания услуг, а также нормы расхода на одну услугу представлены в таблице 4.

Таблица 4

Нормы расхода ресурсов на одну услугу

Код услуги (j)	Наименование ресурса (l)				
	Фонд времени работы сотрудников (час.)	Оптический кабель (км.)	Коммутационный шнур (патч-корд) (км.)	Время работы серверов (час.)	Время работы канала связи (час.)
U1	70	-	0,2	-	-
U2	8	-	0,02	-	-
U3	6	-	0,1	-	-
U4	10	0,9	-	-	-
U5	10	0,07	-	-	-
U6	4	-	-	-	720
U7	1	-	-	720	-
Запасы ресурса	347200	700	2000	172800	259200

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

Таблица 5

Стоимость реализации услуги

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

Результаты расчетов. Расчеты проводились с помощью программы “Lindo”, предназначенной для решения задач линейного и частично-целочисленного программирования [6]. Используя результаты решения последовательности задач, получаемых в процессе итерационного увеличения цен на услуги связи, строится график изменения прибыли от предоставления услуг по шагам изменения цен (см. рис.1).

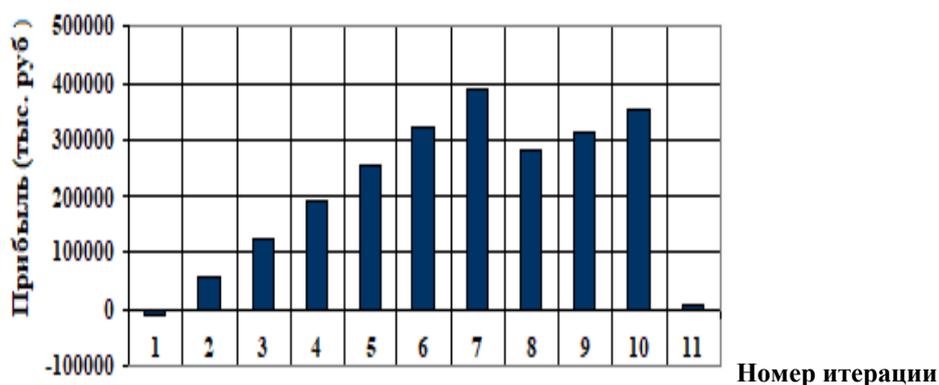


Рис. 1. Прибыль по итерациям изменения цен

Значения объемов продаж (V) и цен на услуги связи (P) по сегментам рынка на седьмом шаге итерационного процесса, на котором достигается максимальная прибыль предприятия, будут соответствовать оптимальному решению задачи (см. табл.7).

Таблица 7

Оптимальные значения объёмов продаж услуг

Код услуги	Код сегмента									
	S1		S2		S3		S4		S5	
	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P
$U1$	2000	102400	2009	102400	-	-	-	-	700	102400
$U2$	300	2875	-	-	200	2875	-	-	100	2875
$U3$	40	5370	60	5370	-	-	-	-	160	5370
$U4$	-	-	-	-	200	46900	350	46900	-	-
$U5$	-	-	-	-	300	10260	140	10260	30	10260
$U6$	-	-	-	-	-	-	360	28250	-	-
$U7$	-	-	-	-	240	6290	-	-	-	-

Представляется целесообразным оказывать как «старые», так и альтернативные («новые») услуги, при этом услугу $U7$ необходимо реализовывать только на сегменте $S3$ (без выхода на $S1$). Максимальное значение прибыли от реализации выбранного набора услуг составило 390516,448 тыс. руб.

Заключение

С помощью предлагаемого подхода к формированию маркетинговой стратегии предприятия представляется возможным в комплексе оптимизировать выбор целевых сегментов, объемов продаж услуг, а также цен на услуги; наиболее полно учесть потребительский спрос; максимизировать ожидаемую прибыль от продаж услуг и эффективность использования ограниченных производственных ресурсов.

Применение предлагаемой оптимизационной модели позволяет планировать реализацию как ранее оказываемых услуг, так и новых видов услуг по всем сегментам рынка, включая и «новые» сегменты.

Построение математической модели проводится для фиксированного временного интервала, т. е. процесс планирования исследуется в статической постановке. При необходимости рассмотрения процесса планирования в динамике, следует задавать временную определенность всем переменным и параметрам рассматриваемой математической модели.

В дальнейшем представляется целесообразным:

– для сокращения размерности решаемой задачи проводить предварительный отбор наиболее перспективных для работы сегментов рынка с помощью методов векторной оптимизации и анализа иерархий [7, 8];

– для повышения адекватности моделирования применить стохастический подход, основанный на построении одноэтапной модели стохастического программирования с вероятностными ограничениями и последующим переходом с заданным уровнем риска к ее детерминированному эквиваленту [9];

– для повышения точности решения исследовать задачу поиска наилучших значений приращения цен на услуги с использованием метода случайного поиска с обучением [10].

Анализ результатов проведенных вычислительных экспериментов подтверждает корректность предлагаемого подхода к формированию стратегии предприятия. Рассмотренные в работе математическая модель и эвристический метод её анализа носят универсальный характер и могут быть положены в основу компьютерной системы поддержки принятия решений при управлении маркетингом предприятия, независимо от его отраслевой принадлежности.

Список литературы

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, объёмов 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. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004.
6. LindoSystems Inc. – сайт разработчика программной системы «Lindo». – URL: <http://www.lindo.com> (дата обращения 25.10.22).
7. Зак Ю.А. Прикладные задачи многокритериальной оптимизации. – М.: Экономика, 2014.
8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.
9. Юдин Д.Б. Математические методы управления в условиях неполной информации. – М.: Сов. радио, 1974.
10. Растрингин Л.А. Статистические методы поиска. – М.: Наука, 1968.