

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Анотація. Пропонується методика розрахунку оптимальних обсягів інвестицій підприємств та їх структури на основі складної математичної моделі ринку. Модель реалізована програмно у надбудові Excel_SP із вбудованою мовою програмування складних систем. Проведені багаточисленні експерименти показали ефективність запропонованої методики.

Ключові слова: математична модель ринку, інвестиції, надбудова Excel_SP.

Аннотация. Предлагается методика расчета оптимальных объемов инвестиций предприятий и их структуры на основе сложной математической модели рынка. Модель реализована программно в надстройке Excel_SP со встроенным языком программирования сложных систем. Проведенные многочисленные эксперименты показали эффективность предложенной методики.

Ключевые слова: математическая модель рынка, инвестиции, надстройка Excel_SP.

Abstract. A methodology of calculation of optimum volumes of investments of enterprises and their structure on the basis of complex mathematical market model is offered. The model is implemented within Excel_SP superstructure with built in language for programming complex systems. Conducted numerous experiments have shown efficiency of the technique offered.

Keywords: mathematical market model, investments, superstructure Excel_SP.

1. Введение

Одна из наиболее важных задач, ежедневно решаемых менеджерами предприятий, это определение части прибыли, которую необходимо направить на инвестиции и какова структура этих инвестиций. Существует много работ на тему оптимизации инвестиций фирмы [1, 2]. Частично эти работы решают задачу выбора оптимального инвестиционного портфеля [3]. Актуальными являются инвестиции в совершенствование технологий производства товаров, что позволяет сократить издержки производства, инвестиции в разработку новых товаров и рекламу. Большинство работ в этой области не учитывают все разнообразие рыночной экономики, что требует разработки математических производственных моделей, более соответствующих реальной действительности.

2. Многосекторная динамичная модель рынка

В данной работе рассматривается многосекторная динамическая модель рыночной экономики с тремя участниками рынка: производителями, потребителями и банками [4]. Каждый участник выполняет определенные функции: производители производят и реализуют множество товаров, располагая начальным капиталом или кредитами банка, часть свободных денежных средств может быть ими размещена на депозитных счетах в банке, производители потребляют множество товаров в соответствии со своим начальным капиталом и кредитами банка и могут также вкладывать свои свободные средства в депозиты, банки выдают кредиты и собирают депозиты.

Начальными данными математической модели являются начальный капитал каждого участника рынка Q , P , K , издержки производства s_i , начальные цены p_i , ниши рынков по каждому товару R_i , процентные ставки по кредитам и депозитам. Математическая модель описывает взаимодействия всех участников рынка на заданном интервале времени (состоящего из m производственных циклов) и имеет следующий вид. Требуется максимизировать прибыль производителя:

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (p_i y_{ij} - s_i x_{ij}) + A_1(m) - B_1(m) - G_1(m) + H_1(m) - \sum_{i=1}^n u_i \right\}$$

при ограничениях, что доходы производителя не отрицательны,

$$(1+\gamma) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k s_i x_{ij} \leq (1-\gamma) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \delta_i y_{ij} + A_1(k) - B_1(k-1) - G_1(k) + H_1(k-1) - \frac{k}{m} \sum_{i=1}^n u_i + Q,$$

доходы потребителей не отрицательны:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} p_i y_{ik} \leq P + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \alpha_i x_{ij} - A_2(k) - B_2(k-1) - G_2(k) + H_2(k-1) + \frac{k}{m} \sum_{i=1}^n u_i,$$

доходы банков не отрицательны:

$$K + (1+\beta)(-A(k) + B(k-1) + G(k) - H(k-1)) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \gamma_i x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k-1} \eta_i y_{ij} \geq 0,$$

где каждое неравенство выполняется при $k = 1, \dots, m$. Переменные x_{ij} обозначают объемы производства, y_{ij} – реализации продукции i -го вида в j -м периоде, $A(k)$ – взятые за k периодов кредиты, $B(k)$ – возвращенные за k периодов кредиты с процентами, $G(k)$ – вложенные за k периодов депозиты, $H(k)$ – возвращенные за k периодов депозиты с процентами в конце каждого периода. Кредиты и депозиты вычисляются по следующим формулам:

$$A(k) = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^{m-j+1} K_{jr}, \quad B(k) = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^{k-j+1} (1+d_r) K_{jr},$$

$$G(k) = \sum_{j=1}^k \sum_{r=1}^{m-j+1} Z_{jr},$$

$$H(k) = H(k-1) + \sum_{i=1}^k \sum_{j=k-j+1}^{m-i+1} Z_{ij} r_j + \sum_{j=1}^k Z_{jk-j+1}, \quad k = 1, \dots, m.$$

Ниша по каждому виду товаров на плановом периоде не может быть переполненной:

$$\sum_{j=1}^m y_{ij} \leq R_i + \rho \frac{u_i}{p_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

где ρ – коэффициент эффективности рекламы, u_i – объем рекламы в i -й товар. Часть параметров в данной модели являются управляющими:

δ – часть оборотных средств производителя;

α – часть издержек производителя, которые возвращаются на рынок;

β – часть активов коммерческого банка, являющихся его резервами;

γ – часть отчислений коммерческому банку за прохождение сумм по счетам;

d_i, r_i – процентные ставки по кредитам и депозитам i -го периода.

Рыночная экономика функционирует в течение m производственных периодов. Объем производимой продукции каждого из n товаров осуществляется за счет начального капитала Q , доходов от реализации продукции в предыдущих периодах и кредитов банка. Параметр δ определяет, какая часть от реализации продукции используется для производства товаров в следующих периодах. Тогда на инвестиции предприятие может использовать $1 - \delta$ часть от реализации.

Выходными параметрами рассмотренной модели в каждом производственном периоде являются объемы производства и реализации каждого товара, объемы кредитов и депозитов производителей и потребителей, размер выделенных средств на рекламу.

В рассмотренной модели необходимо определить оптимальное значение параметра δ . Рассматриваются три вида инвестиций: в совершенствование технологий производства, новый товар и рекламу. Совершенствование технологий позволяет снизить издержки производства, выпуск нового товара взамен устаревшего, приводит к росту издержек и цен, а вложение в рекламу позволяет увеличить нишу рынка соответствующего товара. Предложены различные схемы пересчета издержек и цен в зависимости от объемов инвестиций.

Если инвестиции направлялись на совершенствование товара, то издержки пересчитывались по формуле

$$s_i^* = s_i - s_i \left(\frac{vs_i}{(d+v)\sum s_i} \right)^2 \left(1,5 - \frac{vs_i}{(d+v)\sum s_i} \right),$$

а при вложениях в совершенствование товара пересчитывались издержки и цены:

$$s_i^* = s_i + s_i \left(\frac{vs_i}{(d+v)\sum s_i} \right)^2 \left(1,5 - \frac{vs_i}{(d+v)\sum s_i} \right),$$

$$p_i^* = p_i - p_i \left(\frac{vp_i}{(d+v)\sum p_i} \right)^2 \left(1,5 - \frac{vp_i}{(d+v)\sum p_i} \right),$$

где v – объем инвестиций, d – максимум прибыли предприятия.

Период функционирования данной модели разбивается на два интервала времени. На первом интервале часть средств от реализации продукции используется для инвестиций, а на втором интервале времени модель использует результаты инвестиций. Эффективность инвестиций определяется по максимизации прибыли предприятия на всем заданном интервале времени.

Рассмотренная модель при фиксированных значениях управляющих параметров является линейной и решается симплекс-методом.

3. Программная реализация модели оптимизации инвестиций

Разработано программное обеспечение данной системы в виде надстройки Excel_SP. Эта надстройка включает язык моделирования сложных систем и методы их оптимизации. Проведено значительное число экспериментов, которые при заданных начальных данных позволяют определить оптимальные объемы и структуру инвестиций данного предприятия.

Входные данные заносятся в следующую таблицу.

Таблица 1. Входные данные для расчета инвестиций

$Q=$	738,43	$P=$	87,38	$K=$	1789,14	
Инвестиции	296,86	Критерий	611,53		$\rho=$	10
Продукт	s_i	p_i	R_i	d_i	r_i	δ
	Издержки	Цены	Ниша	%	%	α
				Кредиты	Депозиты	β
						γ

Продолж. табл. 1

Товар 1	0,83	1,06	800,00	0,12	0,02	1,00
Товар 2	0,60	0,75	1000,00	0,13	0,02	0,50
Товар 3	0,44	0,56	400,00	0,14	0,02	0,15
	0	0,00	0,00	0,15	0,02	0,05

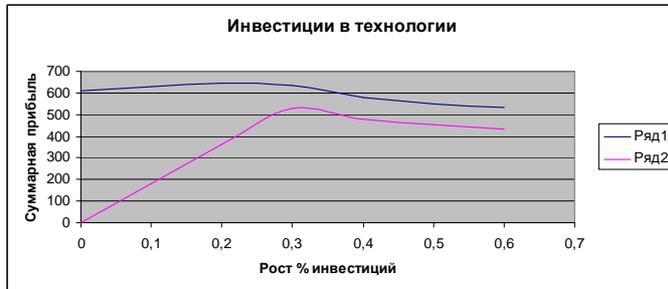


Рис. 1. Эффективность инвестиций

Результаты решения представлены на графике (рис. 1), где показана зависимость прибыли предприятия от процента на инвестиции (верхняя кривая) и объем инвестиций. Лучший результат достигается при 20% инвестициях. Инвестиции в новую продукцию для данного примера показали их неэффективность.

4. Заключение

Разработана методика оценки инвестиций предприятий на основе математической модели рынка. Для проведения экспериментов используется надстройка Excel_SP, с помощью которой по данной таблице строится симплекс-таблица и решается задача линейного программирования. Многочисленные эксперименты показывают эффективность предложенной методики расчета оптимальных инвестиций. Если на рынке присутствуют несколько предприятий, то данная модель была использована для оптимального распределения их ниш по каждому товару и определения роста их прибылей в условиях конкуренции.

Рассмотренная модель рыночной экономики может быть дополнена еще одним участником рынка – государством. Это позволяет исследовать инвестиции государства, его кредитно-денежную и налоговую политику, а также оптимально распределять бюджет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sengupta A. Environmental Regulation and Industry Dynamics / Sengupta A. – Texas: Southern Methodist University, 2009. – 25 p.
2. Rozália P. Firms' investment under financing constraints / P. Rozália, R. Kozhan. – Budapest: Institute of Economics, Hungarian Academy of Sciences, 2006. – 33 p.
3. Rogers L.C.G. Optimal Investment and Insurance / Rogers L.C.G. – Cambridge: University of Cambridge, 2006. – 19 p.
4. Косолап А.І. Вступ до математичної економіки / Косолап А.І. – Днепропетровск: ДНУ, 2002. – 96 с.

Стаття надійшла до редакції 20.09.2010