

УДК 658.011.8:519.6

Н.В. Замирец¹, А.А. Белоцкий¹, Д.Э. Лысенко²¹ ГП «Научно-исследовательский технологический институт приборостроения», Харьков² Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

СИНТЕЗ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЛОКАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ВАРИАНТОВ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассмотрена задача синтеза математических моделей выбора стратегии развития предприятия. Разработана обобщенная четырехкомпонентная задача выбора стратегии. Сформулированы локальные задачи для каждой из оцениваемых стратегий развития предприятия. Предложенные модели рассмотрены в стохастической постановке. Предложены эквивалентные детерминированные постановки стохастических задач.

Ключевые слова: стратегия развития, параметрическое и стохастическое программирование.

Введение

Развитие предприятия в существующих экономических условиях определяется особенностями рынка и способностью предприятия создавать и выводить на рынок товары и услуги, соответствующие потребностям, сформированным современным уровнем конкуренции. В настоящее время разработано несколько основных базовых направлений деятельности предприятий, осуществляемых в соответствии с той или иной стратегией [1]. Стратегия развития представляет собой способ достижения перспективных долгосрочных целей развития предприятия, исходя из совокупности находящихся в его распоряжении стратегических ресурсов, определяющих возможности, ограничения и перспективы его деятельности [2].

Основной целью развития предприятия с экономической точки зрения является увеличение прибыли или улучшение обобщенного показателя эффективности в виде коэффициента рентабельности. Коэффициент рентабельности как обобщенный показатель выражается в виде отношения дохода к затратам [3]. Увеличение этого показателя может быть достигнуто двумя способами: увеличение дохода за счет наращивания объемов производства, уменьшение затрат путем снижения себестоимости продукции.

Указанные подцели зависят от качества продукции, однако, в противоположном направлении. Так, улучшение качества продукции часто требует дополнительных затрат, что приводит к увеличению ее себестоимости. Однако улучшение качества продукции приводит к расширению рынка ее сбыта, и соответственно, к увеличению объемов производства. Следовательно, для реализации основной цели развития необходимо определить предпочтительную стратегию развития или вырабатывать компромиссное решение, что требует решения задачи оптимизации с противоречивыми критериями. Кроме того, многие показатели, определяющие стратегию развития предприятия, определяются путём прогнозирования и содержат значительную степень неопределённости.

Таким образом, задача определения предпочтительной стратегии развития предприятия с учётом

противоречивых критериев оптимизации и неопределённости ряда показателей является актуальной.

Постановка задачи. В литературе по производственному менеджменту выделяют следующие основные стратегии развития предприятия [4]:

- контроль над затратами;
- стратегия дифференциации;
- фокусирование.

Стратегия *контроля над затратами* (или *сокращения расходов*) базируется на снижении собственных издержек по сравнению с затратами конкурентов. При более низких затратах предприятие стремится поддерживать высокий уровень прибыли, хотя цены ниже, чем у конкурентов. Данная стратегия реализуется тогда, когда предприятие прошло длительный период роста или в связи с необходимостью повышения эффективности, когда наблюдаются спады и кардинальные изменения в экономике. В этих случаях предприятие прибегает к использованию стратегий целенаправленного сокращения. В определенных обстоятельствах это единственно возможные стратегии увеличения рентабельности производства. Реализация данной стратегии связана со снижением производственных затрат, повышением производительности, сокращением найма и даже увольнением персонала.

Стратегия *дифференциации* направлена на поставку на рынок товаров или услуг, по своим качествам более привлекательных, чем у конкурентов. Эта стратегия реализуется в том случае, если предприятие дальше не может развиваться на данном рынке с данным продуктом в рамках данной отрасли.

Стратегия *фокусирования* относится к группе стратегий концентрированного роста, которые связаны с изменением (развитием) продукта. Решение задачи происходит за счет производства нового продукта или его модификаций и реализации его на уже освоенном предприятием рынке. Разновидностью данной стратегии является *горизонтальная диверсификация*, предполагает производство продукции, требующей новой технологии. При данной стратегии предприятие должно ориентироваться на производство такой продукции, которая позволяет использовать уже имеющиеся возможности предприятия. Важным

условием реализации данной стратегии является предварительная оценка предприятием собственных возможностей в производстве нового продукта, а также присутствующих на рынке конкурентов.

На практике предприятие стремится реализовать одновременно несколько стратегий. Предприятие может совмещать, дополнять, изменять эти стратегии согласно тому положению, в котором оно находится сейчас или будет находиться в перспективе. Должна быть определена последовательность действий по реализации вышеперечисленных стратегий.

Инновационное развитие предприятия представляет собой развитие системы факторов и условий, необходимых для его осуществления. Следовательно, инновационная стратегия предприятия должна отражать содержание и основные направления процесса инновационного развития предприятия.

Анализ современной инновационной проблематики позволяет выделить следующие основные виды инноваций [5, 6]:

- инновация продукции;
- инновация технологических процессов;
- организационная инновация.

На основе проведенного анализа предлагается структуризация основных целей и стратегий развития предприятия, которая отражает их взаимосвязь, позволяет выделить основные стратегии развития, способы их реализации и критерии оценивания для выбора наиболее предпочтительной (или их комбинации) в условиях конкретного предприятия.

Реализация любой из стратегий развития должна повышать конкурентный статус выпускаемой предприятием продукции путем внедрения инноваций.

Таким образом, необходимо сформировать математические модели выбора стратегии развития предприятия, обеспечивающей увеличение прибыли в течение заданного интервала времени с учётом изменения внутренних и внешних условий функционирования предприятия.

Выбор стратегии развития предприятия как задача параметрического программирования

При разработке и применении моделей принятия решений о выборе стратегии на будущий период развития предприятия следует учесть возможное изменение цен на продукцию, что повлечет за собой соответствующие изменения в значении целевой функции или в ограничении на прибыль.

Таким образом, возникает задача изучения чувствительности оптимального решения задачи линейного программирования, в зависимости от изменений коэффициентов целевой функции. Задачи, в которых исходные данные зависят от некоторого параметра (например, цена продукции зависит от времени), называются задачами параметрического программирования [7].

Задача, в которой коэффициенты целевой функции линейно зависят от параметра времени t , заключается в нахождении для каждого значения

параметра (из промежутка его изменения $[\alpha, \beta]$) максимального значения функции

$$F = \sum_{j=1}^n (c'_j + c''_j t) x_j.$$

Однако, как показал анализ внешней среды развития предприятия, в течение планируемого периода могут изменяться не только цены на продукцию, но и условия производства (производственные технологии, применяемое оборудование, материалы и др.), условия поставок ресурсов и спрос на продукцию (соответственно объем производства).

С учетом возможных изменений сформулируем *обобщенную четырехкомпонентную параметрическую задачу*, в которой от параметра t функционально зависят:

- коэффициенты при неизвестных в целевой функции (цена видов изделий),
- коэффициенты в системе ограничений (нормы расхода ресурсов),
- свободные члены системы уравнений (наличие ресурсов),
- ограничения на переменные (нижняя и верхняя граница спроса):

$$\max F = \sum_{j=1}^n \Phi_1(c_j, t) x_j$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \Phi_2(a_{ij}, t) x_j \leq \Phi_3(b_i, t), i = \overline{1, m}; \\ \Phi_4(N_j^{\min}, t) \leq x_j \leq \Phi_4(N_j^{\max}, t), j = \overline{1, n}, \alpha \leq t \leq \beta, \end{cases} \quad (1)$$

где $\Phi_1(c_j, t)$ – функциональная зависимость цены j -го вида изделия от времени, которая определяется такими факторами как себестоимость изделия и изменение внешних условий – спроса и цен конкурентов; $\Phi_2(a_{ij}, t)$ – функциональная зависимость нормы расхода i -го вида ресурса на j -й вид изделия от времени, которая определяется фактором инновационных изменений в производстве; $\Phi_3(b_i, t)$ – функциональная зависимость наличия ресурсов i -го вида изделия от времени, которая определяется факторами: для материальных ресурсов – изменением условий поставок, для финансовых ресурсов – уровнем финансирования этапов развития производства, для трудовых ресурсов – кадровой политикой предприятия; $\Phi_4(N_j, t)$ – функциональная зависимость предельных значений спроса на j -й вид изделия от времени, которая определяется рыночными факторами, в том числе конкурентоспособностью продукции; α и β – предельные значения промежутка времени реализации планируемой стратегии развития.

Локальные задачи для отдельных стратегий развития предприятия

Практически способа аналитического решения задачи (1) с учетом параметрического изменения всех указанных элементов модели, не существует. Ее можно решить методом имитационного моделирования.

Поэтому целесообразно сформулировать локальные задачи для каждой из оцениваемых стратегий развития предприятия. При этом только один параметр (который является основным при реализации изменений в производстве) будет изменяться во времени, а остальные будем считать детерминированными.

1. Рассмотрим стратегию изменения объема продукции, результатом которой будет изменение себестоимости (при увеличении объема пропорционально уменьшается себестоимость) и прибыли от реализации, но возможны проблемы с обеспечением ресурсами. Спрос и производственные затраты считаем условно-постоянными. В этом случае имеют место функциональные зависимости Φ_1 и Φ_3 :

$$\begin{aligned} \max F &= \sum_{j=1}^n \Phi_1(c_j, t)x_j; \\ \begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq \Phi_3(b_i, t), i = \overline{1, m}; \\ N_j^{\min} \leq x_j \leq N_j^{\max}, j = \overline{1, n}, \quad \alpha \leq t \leq \beta. \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

2. Рассмотрим стратегию улучшения качества продукции за счет совершенствования производственного процесса или функционально-потребительских свойств продукции. В этом случае будут меняться затраты ресурсов (уменьшаться при внедрении прогрессивных технологических процессов и оборудования или увеличиваться за счет улучшения свойств продукции) и в соответствии с улучшением качества продукции будут увеличиваться границы возможного спроса, следовательно, имеют место функциональные зависимости Φ_2 и Φ_4 :

$$\begin{aligned} \max F &= \sum_{j=1}^n c_j x_j; \\ \begin{cases} \sum_{j=1}^n \Phi_2(a_{ij}, t)x_j \leq b_i, i = \overline{1, m}; \\ \Phi_4(N_j^{\min}, t) \leq x_j \leq \Phi_4(N_j^{\max}, t), j = \overline{1, n}, \quad \alpha \leq t \leq \beta. \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

Рассмотри способ решения задач (2) и (3). Если можно определить вид указанных выше функциональных зависимостей, то задачи решаются методами *параметрического программирования*.

Для функций Φ_1 и Φ_2 характерен большой уровень определенности, так как они зависят в основном от планируемых или прогнозируемых факторов. Поэтому для данных функций приемлемы линейные модели адаптивного прогнозирования.

Предположим, что в задаче множество неотрицательных решений системы уравнений не пусто. Тогда исходная задача состоит в определении при каждом параметре $t \in [\alpha, \beta]$ такой точки в области решений, в которой целевая функция принимает максимальное значение. Чтобы найти эту точку, будем считать $t = t_0$, и определяем точку на множестве решений, в которой целевая функция принимает максимальное значение, либо устанавливаем, что при данном значении t задача неразрешима. После

нахождения точки, в которой при $t = t_0$ находим множество значений t , для которых координаты этой точки определяют оптимальный план задачи. Найденные параметры t исключаем из рассмотрения и берем некоторое новое значение t из промежутка $[\alpha, \beta]$. Для выбранного значения параметра t из промежутка $[\alpha, \beta]$ либо находим оптимальный план, либо устанавливаем неразрешимость задачи.

Применение стохастического программирования для выбора стратегии развития предприятия

Предложенные модели будут более адекватными, если рассматривать функции Φ_3 и Φ_4 как стохастические, которые определяются: вероятностями соблюдения сроков и объемов поставок ресурсов (или, соответственно, риском недопоставок) и вероятностями верхних и нижних границ спроса (соответственно, оптимистическими и пессимистическими оценками). В этом случае следует применять методы *стохастического программирования* [8, 9].

В задачах стохастического программирования случайный характер величин указывают одним из способов: реализацией случайных величин; законом распределения случайных величин.

В первом случае в модель подставляют фактические значения случайных величин и решают задачу для этих значений. Такой подход обеспечивает решение задачи оптимизации и получение искомого значения для случая, когда значения реализации случайных величин известны. Во втором случае принимают, что случайные величины подчиняются определенному закону распределения (часто нормальному), заданному математическим ожиданием и дисперсией.

Задача стохастического программирования предусматривает стохастическую постановку и целевой функции, и ограничений. Стохастическая постановка целевой функции может быть двух видов: М-постановка и Р-постановка.

При М-постановке случайная величина заменяется ее математическим ожиданием, и задача сводится к оптимизации детерминированной целевой функции:

$$\max L = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j,$$

где \bar{c}_j – математическое ожидание случайной величины c_j .

При Р-постановке целевая функция равна

$$\max L = P \left(\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq r \right), \quad \sum_{j=1}^n c_j x_j = \theta,$$

что означает максимизацию вероятности того, что случайная величина θ будет *не меньше* некоторого значения r .

Рассмотрим вероятностную постановку ограничений. При случайном изменении затрат и запасов ресурсов имеют место неравенства:

$$P \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \right) \geq \alpha_i, i = \overline{1, m}, \quad (4)$$

где a_{ij} , b_i – случайные величины; α_i – заданные уровни вероятности, а ограничение (4) означает, что вероятность соблюдения неравенства должна быть не меньше, чем α_i .

При случайном изменении границ спроса имеют место неравенства:

$$P(x_j \geq N_j^{\min}) \geq \alpha_j, P(x_j \leq N_j^{\max}) \geq \alpha_j, j = \overline{1, n}$$

Указанные выше стохастические задачи аналитическим способом решены быть не могут. Для их решения следует использовать эквивалент детерминированной постановки. Для решения задачи стохастического программирования в Р-постановке и с вероятностными ограничениями переходят к детерминированному эквиваленту. Целевая функция в детерминированном эквиваленте имеет вид:

$$\max L = \left(r - \sum_{j=1}^n c_j x_j \right) / \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2},$$

где σ_j^2 – дисперсия случайной величины c_j .

Решение таких задач затруднительно, поэтому далее рассматриваем целевую функцию только в М-постановке. Детерминированный эквивалент вероятностного ограничения может быть сведен к виду

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j + t_{\alpha_i} \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 x_j^2} + \theta_i^2 \leq \bar{b}_i,$$

где \bar{a}_{ij} , \bar{b}_i – математические ожидания; σ_{ij}^2 , θ_i^2 – дисперсии случайных величин a_{ij} , b_i , $t_{\alpha_i} = \Phi^{\alpha_i - 1}(\alpha_i)$ – обратная функция нормального распределения.

Сформулированная задача стохастического программирования решается методами кусочно-линейного программирования, причем исходная задача должна быть приведена к сепарабельному виду.

Заклучение

В статье рассмотрена задача разработки математических моделей выбора стратегии развития предприятия. Разработана обобщенная четырехкомпонентная задача выбора стратегии. Показано, что данная задача относится к классу задач параметрического программирования, однако её аналитического решения

не существует. Поэтому были сформулированы локальные задачи для каждой из оцениваемых стратегий развития предприятия, в каждой из которых только один основной параметр изменяется во времени.

Предложенные модели рассмотрены в стохастической постановке, что позволяет более адекватно учесть неопределённость основных параметров при определении стратегии на длительный период времени. Показано, что полученные стохастические задачи аналитическим способом решены быть не могут. Поэтому предложенные стохастические задачи были сформулированы в эквивалентной детерминированной постановке. Сформулированная задача может быть решена методами кусочно-линейного программирования

Полученные модели могут использоваться в системах поддержки принятия решений для выбора стратегии развития предприятия.

Список литературы

1. Ляско В.И. Стратегическое планирование развития предприятия: Учебное пособие для вузов / В.И. Ляско. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 288 с.
2. Димитрова А.Н. Инновационная стратегия в системе стратегий предприятия / А.Н. Димитрова // Труды ОПУ, 2007. – Вып. 1 (27). – С. 278-283.
3. Дедюхина Н.В. Методологические аспекты анализа показателя рентабельности: новые решения / Н.В. Дедюхина // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – № 2. – С. 21-27.
4. Гарифуллин Р.Ф. Стратегии инновационного развития предприятия машиностроения / Р.Ф. Гарифуллин // Вопросы инновационной экономики. – 2011. – № 6. – С. 27-34.
5. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
6. Виханский О.С. Стратегическое управление / О.С. Виханский. – М.: Гардарики, 2008. – 296 с.
7. Математическое программирование / А.В. Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод. – Мн. Выш. шк., 1994. – 286 с.
8. Ермолов Ю.М. Методы стохастического программирования / Ю.М. Ермолов. – М.: Наука, 1976. – 239 с.
9. Таха Х.А. Введение в исследование операций: Пер. с англ.; 7-е изд. / Х.А. Таха. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.

Поступила в редколлегию 1.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.В. Чумаченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

СИНТЕЗ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ Й ЛОКАЛЬНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ВАРІАНТІВ СТРАТЕГІЙ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Н.В. Замирець, О.О. Белоцький, Д.Е. Лисенко

У статті розглянуто задачі синтезу математичних моделей вибору стратегії розвитку підприємства. Розроблена узагальнена чотирикомпонентна задача вибору стратегії. Сформульовано локальні задачі для кожної з оцінюваних стратегій розвитку підприємства. Запропоновані моделі розглянуті в стохастичній постановці. Запропоновано еквівалентні детерміновані постановки стохастичних задач.

Ключові слова: стратегія розвитку, параметричне програмування, стохастичне програмування.

GENERALIZED PARAMETRICAL PROGRAMMING AND LOCAL TASKS SYNTHESIS FOR ENTERPRISES PROGRESS STRATEGY VARIANTS

N.V. Zamirets, A.A. Belotsky, D.E. Lisenko

There are mathematical models synthesis for enterprises progress strategy choice considered in this article. Generalized fourcomponent strategy choice task is developed. The local tasks for every evaluated strategy choice task are defined. The offered models are considered in stochastic statement. Equivalent determined statements for stochastic tasks are offered.

Keywords: strategy of development, self-reactance programming, stochastic programming.