

Безухов Д. А.

*специалист отдела бюджетирования и контроллинга,
ЗАО «РТДС Центр»
e-mail: bezukhov_da@mail.ru*

Моделирование производственной функции предприятия в условиях неопределенности и риска

Рассматриваются особенности моделирования производственной деятельности промышленного предприятия в условиях неопределенности и риска внешней и внутренней сред рыночной деятельности. Предложен теоретический подход к моделированию производственной функции предприятия на основе математической модели, в критерии и ограничениях которой используются формальные выражения, учитывающие факторы неопределенности и риска.

Ключевые слова: *модель предприятия, методы моделирования производственной функции предприятия в условиях неопределенности и риска, нечеткое моделирование принятия решений в условиях неопределенности внешней и внутренней сред.*

Bezukhov D. A.

Budgeting and control expert, CJSC «RTDS Centr»

Modeling production function of enterprise in conditions of uncertainty and risk

Enterprise production activity in conditions of uncertainty and external and internal environment risk modeling peculiarities are studied. Theoretical method of modelling production function based on mathematical model at which formal statements taking into account uncertainty and risk factors is given.

Keywords: *business model, modelling production function taking into account uncertainty and risk, illegible management modeling in conditions of uncertainty external and internal environment.*

Важным инструментом планирования и управления основной производственной деятельностью предприятия, функционирующего в условиях рыночной экономики, является производственная функция (ПФ), связывающая результат этой деятельности с затратами производственных факторов, учитываемых при калькуляции затрат в группах. В процессе моделирования ПФ лицу, принимающему решение (ЛПР), приходится решать комплекс задач, связанных с идентификацией и отбором производственных факторов, определением аналити-

ческой зависимости в паре «выпуск-затраты», учитывающей специфику воспроизводства основного и оборотного капиталов в условиях динамично изменяющихся товарных и финансовых рынков.

Задача отбора производственных факторов, значимых с позиции влияния на конечный результат производственной деятельности, не так очевидна, как может показаться на первый взгляд. Как правило, в модель ПФ включают ограниченную их группу, составляющую преобладающую долю в совокупных издержках и используемую в каждой из применяемых производственных технологий.

В условиях определенности товарных, сырьевых и финансовых рынков (естественный атрибут плановой экономики) в качестве экономико-математической модели ПФ рассматривают основную планово-производственную задачу Л.В. Канторовича с критерием на максимум народно-хозяйственного результата:

$$\begin{cases} \overline{C}\overline{X} \rightarrow \max; \\ A\overline{X} \leq \overline{B}; \\ \overline{X} \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

в которой компонентами вектора-столбца \overline{B} являются запасы производственных факторов в учитываемых группах, элементами матрицы A – прямые затраты производственных факторов, компоненты вектора-строки \overline{C} – экономическая результативность отбираемых в производственную программу технологий.

Однако в условиях неопределенности внутренней (производственной) среды и внешнего (рыночного) окружения условие статичности элементов матрицы A , вектора-строки \overline{C} и компонент вектора-столбца \overline{B} производственных факторов нарушается. \overline{B} частности, допустимых наборов производственных факторов может быть несколько, что существенно осложняет процедуру их отбора.

Определение адекватной складывающейся на товарных и финансовых рынках ситуации и отвечающей используемым технологиям зависимости в паре «результат производственной деятельности – затраты производственных факторов» также осложняется по причине высокой динамичности внутреннего и внешнего окружений, оказывающей непосредственное влияние на выбор рыночных стратегий в сферах производства и финансов.

Если технологическими и производственными процессами и иницируемыми внутренней средой предприятия рисками менеджмент может оперативно управлять, то экзогенные факторы (внешние

условия и протекающие на рынках процессы) находятся вне сферы влияния менеджмента.

Изложим концепцию сценарного подхода к моделированию ПФ предприятия, основанного на принципах параметрического учета влияния факторов неопределенности рыночной конъюнктуры на результаты производственной деятельности предприятия. Под сценарием будем понимать возможный вариант реализации или комбинацию факторов, характеризующих текущее состояние внешней среды. Конкретный сценарий предполагает определенные соотношения оцениваемых и учитываемых в модели ПФ макроэкономических параметров, характеризующих состояния производственной и технологической баз, рынок факторов производства и др.: спрос и цены на продукцию предприятия, объемы поставок и цены сырья, материалов, комплектующих и т.п., периодичность поставок и временной лаг задержек платежей контрагентов, размер дебиторской задолженности, макроэкономические показатели (темп роста ВВП и инфляции, процентные ставки коммерческих банков по кредитам, проценты банков по депозитам и пр.).

Перечисленные факторы неопределенности отражают основные внешние и часть внутренних рисков рыночной деятельности предприятия. К внешним рискам отнесем: социально-экономические, экологические, природно-естественные, научно-технические, транспортные, страновые.

Если природно-естественные риски вместе с научно-техническими и транспортными составляют группу неуправляемых и предполагают необходимые объемы резервирования капитала (на основе предварительной количественной оценки с привлечением вероятностно-статистических методов риск-менеджмента), то экологические риски, обусловленные загрязнением окружающей среды, являются управляемыми и определяются характером и масштабами производственной деятельности предприятия. В связи с указанным будем предполагать, что величина экологического риска, выраженная в объемах платежей за загрязнение окружающей среды, зависит от объемов потребляемых ресурсов и готовой продукции.

Внешние риски инициируют и усиливают проявление рисков внутренней среды предприятия, к которым следует отнести: риски основной производственной деятельности (технологические риски и риски аварий), риски сферы обращения (нарушение графиков поставок, отказ в поставках и пр.), риски сферы управления (риски некорректного вы-

бора цели, ошибочного прогноза и пр.), риски инвестиционной деятельности (кредитные, процентные, валютные), риски финансовой деятельности (банкротства, снижения ликвидности активов и пр.).

Несмотря на то, что технологические риски, риски аварий и действий персонала относятся к группе управляемых, они, как и некоторые другие риски, не поддаются точной количественной оценке, по причине чего для целей их учета в модели ПФ может быть предложен подход резервирования капитала.

Управление рисками в сфере обращения сводится к количественной оценке уровня надежности поставщиков и их последующему ранжированию по уровню привлекательности для предприятия (например, с помощью МАИ-метода анализа иерархий Т. Саати). Оценка и учет в модели ПФ рисков инвестиционной и финансовой сфер предприятия основаны на анализе параметров сценария.

Риски сферы управления также определяются параметрами сценария.

В рамках сценарного подхода к моделированию производственной функции предприятия ЛПР необходимо определить вектор интервальных и (или) нечетких значений перечисленных факторов неопределенности, которые оказывают прямое влияние на выбор стратегий предприятия в производственной и финансовой сферах.

Естественно, что в условиях неопределенности внешнего окружения ЛПР обладает возможностью вербальной оценки возможного уровня факторов внешней и внутренней сред на языке лингвистических переменных, основные понятия которого введены в прикладную математику Л.Заде. Напомним, что значения лингвистической переменной описываются словосочетаниями естественного или искусственного языка. Множество значений лингвистической переменной образует нечеткое множество A , являющееся подмножеством некоторого универсального множества U :

$$A = \{u \in U \mid \mu_A(u) \geq 0\},$$

где $\mu_A(u) : U \rightarrow [0,1]$ – функция принадлежности нечеткого множества A , определенная на универсальном множестве U и принимающая значения из отрезка $[0,1]$ ¹.

¹ Каждому элементу $u \in U$ ставится в соответствие степень принадлежности нечеткому множеству A . Если $\mu_A(u) = 1$, то элемент u принадлежит множеству A ; если $\mu_A(u) = 0$, то элемент u не принадлежит множеству A ; если $0 < \mu_A(u) < 1$ – элемент u «частично» принадлежит нечеткому множеству A .

Примером лингвистической переменной служит состояние спроса на продукцию предприятия, которое на обыденном уровне описывается значениями «низкий», «средний» и «высокий». Для каждого возможного значения A спроса задается функция принадлежности $\mu_A(u)$ универсальному множеству U возможных значений спроса: отрезок $[\alpha, \beta]$.

Такого рода рассуждения могут быть аналогично распространены и на соотношения между производственными факторами.

Допустим, что ЛПР каким-либо образом (в соответствии с накопленными статистическими данными и собственным опытом) имеет возможность определить нижние и верхние границы интервалов значений параметров внешней среды, а также соотношений между производственными факторами. Полученные оценки будем называть интервальными. Под нечеткими значениями параметров внешней и внутренней сред и производственных факторов будем понимать соответствующие значения лингвистических переменных с заданными функциями принадлежности.

Уровни внешних и большей части внутренних рисков, интервалы изменений параметров и соотношений между производственными факторами задаются сценарием. Остальные внутренние риски, обусловленные выбранным сценарием, учитываются непосредственно в процессе моделирования ПФ.

Элементное, смысловое и конструктивное наполнение сценария устанавливается непосредственно ЛПР. Он задает допустимое количество возможных сценариев, которые необходимо учитывать при моделировании ПФ, состав, интервальные и нечеткие значения факторов неопределенности и соотношения между факторами, актуальные в рамках рассматриваемого сценария.

При этом не следует ограничиваться оптимистическим, объективным и пессимистическим сценариями, а сформировать также и промежуточные варианты, необходимость рассмотрения которых возникает в условиях отмеченной неопределенности внешней и внутренней сред.

Если проблема отбора факторов внешней среды состоит в их последующем корректном учете в модели ПФ, то вопрос о составе и объемах производственных факторов, учитываемых в модели в группах управляемых, остается вполне дискуссионным.

По нашему мнению в этот набор следует включить активы предприятия, потребляемые и воспроизводимые на чередующихся производственно-коммерческих циклах.

Приведем возможный их перечень. Предприятие осуществляет финансирование рыночной деятельности на условиях привлечения собственного и заемного капиталов. Источниками собственных средств являются акционерный капитал и нераспределенная прибыль прошлых периодов, источники заемных средств включают краткосрочный и долгосрочный кредит и кредиторскую задолженность.

В составе управляемых параметров модели ПФ предприятия следует рассматривать следующие составляющие пассива. Собственный капитал в группах: собственный оборотный капитал, предназначенный для финансирования затрат основной производственной деятельности и используемый для формирования оборотных активов, собственный капитал, сферы внепроизводственной деятельности (вложения в ценные бумаги, на банковский депозит и пр.), и собственный капитал, вкладываемый во внеоборотные (иммобильные) активы.

Заемный капитал также целесообразно разделить на составляющие: долгосрочный заемный капитал, используемый для финансирования средне- и долгосрочных технических проектов, краткосрочный заемный капитал, используемый для пополнения оборотных активов, кредиторская задолженность.

Важную группу факторов образуют основные средства, потребляемые и воспроизводимые в процессе производственной деятельности.

Как отмечено выше, сценарный подход к моделированию ПФ предполагает формирование актуальных (в смысле объективно обусловленных сценарием) необходимых соотношений между группами и отдельными производственными факторами. Например, условия реализации конкретного сценария задают интервал изменения долей собственного и заемного финансирования, приемлемую долю собственного капитала в оборотном капитале, авансируемом в затраты производственной и инвестиционной деятельности, предельные объемы лизинга основного капитала и пр.

В процессе математического моделирования ПФ, исходя из задаваемых сценарием параметров внешней и внутренней сред и соотношений управляемых факторов осуществляется выбор такой комбинации, которая для допустимых уровней внешних и внутренних рисков обеспечивала бы наилучший по рыночному критерию «результат-затраты» вариант рыночной деятельности предприятия.

В рамках параметрического подхода к моделированию ПФ производственная система предприятия представляется как некая интеллектуальная система, выбирающая оптимальную комбинацию произ-

водственных факторов и продуктов с рисками производственной и финансовой сфер не выше допустимых.

Используемые источники

1. Булышева Т.С., Милорадов К.А., Халиков М.А. Моделирование рыночной стратегии предприятия. – М.: Экзамен, 2008.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Пер. с англ. Н.И. Ринго / Под ред. Н.Н. Моисеева, С.А. Орловского – М.: Издательство «Мир», 1976.
3. Клейнер Г.Б. Методы анализа производственных функций. – М.: Информэлектро, 1980.
4. Кричевский М.Л. Интеллектуальный анализ данных в менеджменте: Учеб. пособие. – Спб.: СПбГУАП, 2005.
5. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы // Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий // Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993.
7. Ступаков В.С., Токаренко Г.С. Риск-менеджмент: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2005.