УДК 331.021.4

Д.В. Паршуков, А.К. Шлепкин, А.Б. Карпов

МОДЕЛИ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ

В статье рассматриваются модели теории игр и возможность их применения для выбора оптимальной инновационной стратегии.

***Ключевые слова**: игра, теория, модель, инновационная стратегия, стоимость.*

D.V. Parshukov, A.K.Shlepkin, A.B.Karpov

GAME THEORY MODELS FOR THE OPTIMUM INNOVATIVE STRATEGY CHOICE

Game theory modes and possibility of their application for the optimum innovative strategy choice are considered in the article.

***Keywords:** game, theory, model, innovative strategy, cost.*

В теории управления инновациями основополагающую роль играет выбор оптимальной инновационной стратегии, от которой в значительной мере зависит обобщенный эффект от внедрения. Выбор стратегии является залогом успеха инновационной деятельности. Хозяйствующий субъект может оказаться в кризисной ситуации, если не сумеет вовремя предвидеть изменения различных факторов и незамедлительно отреагировать на них. В условиях рыночной экономики руководитель должен внимательно следить за рынком инноваций, отслеживать и планировать их внедрение для получения конкурентных преимуществ. Кроме того, очень важно объединять стратегию с процессом принятия решений для обеспечения себя альтернативными вариантами действий в той или иной экономической ситуации.

Инновационная стратегия хозяйствующего субъекта – это взаимосвязанный комплекс действий по мониторингу, анализу и внедрению разработок фундаментальных и прикладных наук в собственный производственный процесс для повышения конкурентоспособности своей экономической деятельности.

Основу выработки инновационной стратегии составляют теория жизненного цикла продукта, рыночная позиция фирмы и проводимая ею научно-техническая политика [2].

Выделяют следующие типы инновационных стратегий:

1. Наступательная – характерна для фирм, основывающих свою деятельность на принципах предпринимательской конкуренции. Она свойственна малым инновационным фирмам.

2. Оборонительная – направлена на то, чтобы удержать конкурентные позиции фирмы на уже имеющихся рынках. Главная функция такой стратегии – активизировать соотношение "затраты - результат" в инновационном процессе. Такая стратегия требует интенсивных НИОКР.

3. Имитационная – используется фирмами, имеющими сильные рыночные и технологические позиции. Имитационная стратегия применяется фирмами, не являющимися пионерами в выпуске на рынок тех или иных нововведений. При этом копируются основные потребительские свойства (но не обязательно технические особенности) нововведений, выпущенных на рынок малыми инновационными фирмами или фирмами-лидерами.

К настоящему времени разработано большое количество различных инструментов, методов и моделей для обеспечения выбора оптимальной инновационной стратегии. Рассмотрим возможность использования игровых математических моделей.

В основе выбора инновационной стратегии должен лежать какой-либо критерий оптимальности или ее эффективности. В СССР еще в 60-х годах были разработаны типовые методики оценки экономической эффективности капитальных вложений и новой техники, которые впоследствии неоднократно обновлялись [1]. Однако в сложившихся рыночных условиях они утратили свое значение как формально, так и по существу. Следовательно, необходим критерий, который в условиях рыночной экономики адекватно оценивал эффективность выбора той или иной инновационной стратегии. Оптимальным критерием будет являться оценочный показатель эффективности инвестиций – чистый дисконтированный доход NPV, который определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенных к начальному шагу, или как превышение суммарных выгод над суммарными затратами [1]:

$$\mathrm{NPV} = \mathrm{A_R} - \mathrm{A_Z} = \sum_{t=0}^{T} \mathrm{R_t a_t} - \sum_{t=0}^{T} \mathrm{Z_t a_t}\ , \qquad (1)$$

где A_R – денежный приток капитала;

A_Z – денежный отток капитала;

$a_t=1/(1+E_t)^t$ – коэффициент дисконтирования (приведения) при ставке доходности E_t;

T – расчетный период времени (или период жизненного цикла инноваций);

R_t – результаты (приток капитала), получаемые от инновации в t-м периоде;

Z_t – затраты, связанные с осуществлением (созданием, реализацией) инноваций в t-м периоде.

Формулу также можно переписать в виде

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{T} \frac{\mathrm{W_t - C_{об\,t}}}{(1+\mathrm{E_t})^t} - \mathrm{K_0} - \sum_{t=0}^{T} \frac{\mathrm{K_t}}{(1+\mathrm{E_t})^t}\ , \qquad (2)$$

где K_0 – единовременные начальные капиталовложения;

K_t – капиталовложения, осуществляемые в t-м периоде;

$W_t/(1+E_t)^t$ – чистое денежное поступление хозяйствующему субъекту после уплаты налогов, пересчитанное дисконтированием на начальный период инвестиций;

$(C_{обt}+K_t)/(1+E_t)^t$ – текущие дисконтированные инвестиции и расходы в рассматриваемый момент времени.

Составим математическую модель в виде антагонистической игры с природой. Антагонистической игрой называется некооперативная игра, в которой участвуют два игрока, выигрыши которых противоположны. Формально антагонистическая игра может быть представлена тройкой $<S^A, S^B, F>$, где S^A и S^B – множества стратегий игроков А и В соответственно; F – функция выигрыша первого игрока, ставящая в соответствие каждой паре стратегий (ситуации) (A_i, B_j) (i=1, …, n, j =1, …, m, n, m – число стратегий) действительное число, соответствующее полезности первого игрока при реализации данной ситуации. Так как интересы игроков противоположны, функция F одновременно представляет и проигрыш второго игрока. Игрок А в таких играх – это экономический субъект, а игрок В – это "природа". Под "природой" может пониматься рынок, противостоящий предпринимателю, конкурирующая среда, монополия, различные макроэкономические факторы и т.п. "Природа" будет выступать как антагонистическая сторона, а в виде природных процессов как часть экономики, которая не стремится "специально" навредить предпринимателю, но она несет определенный урон от его экономической деятельности, и этот "проигрыш" для нее должен быть минимален, если, вообще, без него для окружающей среды нельзя обойтись.

Формализуем данную ситуации в виде платежной матрицы:

Игрок В Игрок А		Стратегии игрока В			
		B_1	B_2	…	B_m
Стратегии игрока А	A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1m}
	A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2m}
	…	…	…	…	…
	A_n	a_{11}	a_{11}	…	a_{11}

Элементы a_{ij} (i=1, …, n, j =1, …, m) – это выигрыши игрока А и «проигрыши» игрока В. Выигрыш игрока А будет определяться критерием оптимальности стратегии, то есть показателем NVP, рассчитываемым по формуле (1) или (2), в зависимости от возможных состояний «природы».

Решение данной игры для игрока А решается по принципу минимакса.

Определяются нижняя и верхняя цены игры.

Игрок В Игрок А		Стратегии игрока В				Нижняя цена игры
		B_1	B_2	…	B_m	α_j
Стратегии игрока А	A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1m}	$\min a_{1j}$
	A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2m}	$\min a_{2j}$
	…	…	…	…	…	…
	A_n	a_{n1}	a_{n1}	…	a_{nm}	$\min a_{nj}$
Верхняя цена игры	β_i	$\max a_{i1}$	$\max a_{2j}$	…	$\max a_{mj}$	α β

Здесь α=maxmin a_{ij}, β=minmax a_{ij}. Если α=β, то игра имеет седловую точка и однозначное разрешение конфликтной ситуации и игроку А следует выбирать стратегию (строку), содержащую седловую точку, при условии, что игрок В выберет также стратегию (столбец), содержащую седловую точку. В этом случае говорят, что игра имеет решение в чистых стратегиях, то есть можно точно определить стратегии, которые выгодны для обеих сторон. Если одна сторона отойдет от своей оптимальной стратегии, то ее выигрыш от этого только уменьшится.

Рассмотрим теперь ситуацию, когда верхняя и нижняя цены не совпадают α≠β. В этом случае игра решается в смешанных стратегиях. Смешанная стратегия предполагает, что каждый игрок будет производить выбор случайно из возможно допустимых чистых стратегий (но выбирать их с вероятностями), либо частично реализовывать чистые стратегии в заданных пропорциях. Нахождение этих вероятностей (или пропорций) и является решением игры. Таким образом решением игры являются смешанные стратегии $\begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ p_1 & p_2 & \dots & p_n \end{pmatrix}$ и $\begin{pmatrix} B_1 & B_2 & \dots & B_m \\ q_1 & q_2 & \dots & q_m \end{pmatrix}$, где p и q – вероятности выбора различных чистых стратегий в смешанной игре.

Согласно основной теореме теории игр (теореме фон Неймана), каждая конечная игра имеет, по крайней мере, одно решение, возможно, в области смешанных стратегий. Игра, заключающаяся в выборе оптимальной инновационной стратегии по определению, является конечной, следовательно, если она не имеет решения в чистых стратегиях, то разрешается в стратегиях смешанных.

Имеется ряд критериев, которые используются при выборе оптимальной стратегии. Рассмотрим некоторые из них для решения антагонистической игры с природой (выбор оптимальной инновационной стратегии) в смешанных стратегиях [3]:

Критерий Лапласа. Если игрок А выбирает чистую стратегию A_i, то математическое ожидание выигрыша составит $p_1a_{i1} + p_2a_{i2} + \ldots + p_na_{in}$. Наиболее выгодной будет та стратегия, при которой достигается

$$\max_i (p_1a_{11} + p_2a_{12} + \ldots + p_na_{in}). \quad (3)$$

Если информация о состояниях природы мала, то можно применить принцип недостаточного основания Лапласа, согласно которому можно считать, что все состояния природы равновозможные:

$$\max_i \frac{a_{i1} + a_{i2} + \ldots + a_{in}}{n}, \tag{4}$$

т.е. стратегию, для которой среднее арифметическое элементов соответствующей строки максимальное.

Критерий Вальда. Рекомендует применять максиминную стратегию. Она выбирается из условия

$$\max_i (\min_j a_{ij}) \tag{5}$$

и совпадает с нижней ценой игры. Критерий является пессимистическим, считается, что природа будет действовать наихудшим для человека способом.

Критерий максимума. Он выбирается из условия

$$\max_i (\max_j a_{ij}).$$

Критерий является оптимистическим, считается, что природа будет наиболее благоприятна для человека.

Критерий Гурвица. Критерий рекомендует стратегию, определяемую по формуле

$$\max_i (\alpha \min_j a_{ij} + (1-\alpha) \max_j a_{ij}), \tag{6}$$

где α – степень оптимизма и изменяется в диапазоне [0, 1].

Критерий придерживается некоторой промежуточной позиции, учитывающей возможность как наихудшего, так и наилучшего поведения природы. При α = 1 критерий превращается в критерий Вальда, при α = 0 – в критерий максимума. На α оказывает влияние степень ответственности лица, принимающего решение по выбору стратегии. Чем больше последствия ошибочных решений, больше желания застраховаться, тем α ближе к единице.

Критерий Сэвиджа. Суть критерия состоит в выборе такой стратегии, чтобы не допустить чрезмерно высоких потерь, к которым она может привести. Находится матрица рисков, элементы которой показывают, какой убыток понесет человек (фирма), если для каждого состояния природы он не выберет наилучшей стратегии.

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \ldots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \ldots & r_{2m} \\ & & \ldots & \\ r_{n1} & r_{n2} & \ldots & r_{nm} \end{pmatrix} \tag{7}$$

Элементы матрицы рисков находятся по формуле

$$r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij},$$

где $\max\limits_i a_{ij}$ – максимальный элемент в столбце исходной матрицы. Оптимальная стратегия определяется выражением $\min\limits_i \left(\max\limits_j r_{ij} \right)$.

При принятии решений в условиях неопределенности следует оценивать различные варианты с точки зрения нескольких критериев. Если рекомендации совпадают, можно с большей уверенностью выбрать наилучшее решение; если рекомендации противоречат друг другу, окончательное решение надо принимать с учетом его сильных и слабых сторон.

В заключение отметим, что представленные критерии выбора оптимальной инновационной стратегии на данный момент достаточно условны, так как ситуация в отечественной экономикой весьма нестабильна и подвержена значительным изменениям, предсказать которые на данный момент удается не каждому бизнесмену, ученому, экономисту, финансисту или политику. Следовательно, первоочередной целью государства должна являться политика, направленная на стабилизацию ситуации на внутреннем аграрном рынке и в научной среде, которая значительно повысить эффективность представленных критериев.

Литература

1. *Бижанова М.И., Гамидов М.С.* Модель стимулирования инновационной деятельности экономических систем // Инновационная экономика. – 2008. – №3 (103). – С. 68–71.
2. Завлина П. Н. Инновационный менеджмент: учеб. пособие. – СПб.: Наука, 2000. – С.325
3. *Колемаев В.А.* Экономико-математическое моделирование: Моделирование макроэкономических процессов и систем. – М: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 295 с.