

ГУСАРИНА Н.В.

Канд.экон. наук, доцент

Доцент кафедры экономики и предпринимательства

Херсонский национальный технический университет

Бериславское шоссе, 24, г. Херсон, Украина, 73008

E-mail: gusarina@ukr.net

orcid.org/0000-0003-3418-9422

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР НА КОНЕЧНОМ МНОЖЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Актуальность. Исследование теоретических и практических проблем управления экономическим развитием предприятий на основе инноваций является важным направлением экономического развития предприятий. Актуальность исследования обуславливается необходимостью стратегического управления инновационной деятельностью в условиях непредсказуемых влияний динамических изменений внешней среды.

Цель и задачи. Целью статьи является обоснование методических приемов многокритериального оценивания альтернатив управления инновационной деятельностью, экономической сущности критериев и областей их применимости. В ходе исследования использованы следующие методы: теория игр системного анализа имитационного моделирования.

Результаты. В статье автором определены методические приемы многокритериального оценивания стратегии управления инновационной деятельностью. На основе использования платежной матрицы, элементами которой являются среднеквадратичные отклонения флуктуаций внешней среды и математические ожидания от получаемой прибыли и матрицы рисков, обоснованы базовые принципы применения критериев оптимальности и их экономической сущности в условиях динамических изменений внешней среды. В ходе исследования установлены области их применимости к компромиссам между максимальной прибылью и минимальным риском. Достигается это введением ограничений на принятие решений о возможных влияниях внешней среды и учетом последствий принятия необоснованных решений.

Выводы. Проанализированы существующие критерии оценивания ситуации взаимодействия противоборствующих сторон с помощью теоретико-игровых моделей и имитационного моделирования. По результатам анализа определена степень их применимости к диагностике и прогнозированию экономических ситуаций в условиях неопределенности. Предложены практические рекомендации по использованию критериев оптимальности в различных экономических ситуациях позволяют выбрать оптимальные стратегии поведения при внедрении инноваций в условиях динамических изменений внешней среды. Доказано, что многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив позволяет осуществить агрегирование предпочтений в выборе стратегий управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности.

Ключевые слова: инновации, неопределенность, критерии, оптимизация, стратегии, теоретико-игровые модели.

GUSARINA NATALIYA

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,

Department of Economics and Entrepreneurship,

Kherson National Technical University

Berislav w., 24, Kherson, 73008

E-mail: gusarina@ukr.net

orcid.org/0000-0003-3418-9422

MULTI-CRITERIA SELECTION ON A FINITE SET OF ALTERNATIVE MANAGEMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY UNDER UNCERTAINTY

Topicality. The study of theoretical and practical problems of managing the economic development of enterprises on the basis of innovations is an important direction of the economic development of enterprises. The urgency of the research is determined by the need for strategic management of innovation activity in the conditions of unpredictable influences of dynamic changes in the external environment.

Aim and tasks. The aim of the article is a ground of methodical receptions of multicriterion evaluation of management alternatives by innovative activity, to economic essence of criteria and areas of their applicability. During research next methods are used: game of analysis of the systems of imitation design theory.

Research results. The methodical receptions of multicriterion evaluation of strategy of management of innovative activity are certain in the article an author. On the basis of the use of pay matrix the elements of that are standard deviations of fluctuations of environment and expected values from the got profit and matrix of risks, base principles of application of criteria of optimality and their economic essence are reasonable in the conditions of dynamic changes of environment. During research the areas of their applicability are set to the compromises between a maximal profit and minimum risk. It is arrived at imposing restriction on making decision about possible influences of environment and account of consequences of acceptance of groundless decisions. In the article attention is accented on the necessity of the complex use of criteria of optimality for the therms of the single generalized criterion, synthesizing the association of heterogeneous reactions on influence of environment. A chart over of organizational events is brought on the removal of vagueness and decline of risk at forming of strategies of innovative development.

Conclusions. The existent criteria of evaluation of situation of cooperations of counteractive parties are analysed by means of game-theoretical models and imitation design. On results an analysis the degree of their applicability is certain to diagnostics and prognostication of economic situations in the conditions of vagueness. Practical recommendations offer on the use of criteria of optimality in different economic situations allow to choose optimal strategies of behavior at introduction of innovations in the conditions of dynamic changes of environment. The worked out analytical providing of management innovative activity is directed to on a receipt the most profit at optimal correlation of profit and risk. It is well-proven that a multicriterion choice on the finite set of alternatives allows to carry out aggregating of preferences in the choice of management strategies by innovative activity in the conditions of vagueness.

Key words: innovations, uncertainty, criteria, optimization, strategies, game-theoretic models.

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими задачами.

Современные условия хозяйствования характеризуются неопределенностью и неоднозначностью влияния внешней среды, обострением конкуренции, появлением новых продуктов, усилением глобализационных процессов, появлением новых требований со стороны потребителей. В современных динамично-изменяющихся условиях функционирования предприятий целенаправленное использование инновационных продуктов является основой экономического развития предприятий. Усложнение задач развития промышленных комплексов, возникновение новых целей, приоритетов, ресурсных ограничений и угроз развития, усиление глобальной конкуренции, высокие темпы научно-технического прогресса, вхождения Украины в общеевропейское и мировое экономическое пространство ставят в современных условиях исследование теоретических и практических проблем управления экономическим развитием промышленного комплекса на основе инноваций в ряд современных и актуальных.

Анализ публикаций по обозначенной проблеме показывает, что моделирование допустимых стратегий поведения предприятий на конкурентном рынке должно учитывать ситуации взаимодействия двух и более сторон, которые преследуют разные цели, причём результаты, полученные каждой стороной при реализации определённой стратегии поведения зависят от осведомлённости других сторон. Однако, на практике использование формализованных алгоритмов ограничивается невозможностью оценить вероятность последствий принятия неверных решений [1-9].

Основная трудность в принятии решений по оптимизации стратегии управления инновационной деятельностью в условиях неопределённости состоит в том, что, выбирая одну из допустимых альтернатив, принимающий решение не знает истинного состояния внешней среды, в то же время как исход зависит от того, в каком состоянии находится среда. Если существует множество вариантов сценариев развития и их вероятности не могут быть достоверно оценены, то принятие стратегических решений приходится производить в условиях неопределенности.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Принятие решений является основой процесса достижения целей. Стратегическое управление развития производства на инновационной основе связано с процессом принятия решений. Методы принятия решений в условиях динамических изменений внешней среды и стохастичности процессов определяются характером неопределенности, т.е. имеет место ситуация риска. Если принятие решений зависит от нескольких участников то, как правило, неизбежен конфликт участников, имеющих не совпадающие цели. Одним из способов изучения и анализа таких ситуаций является моделирование на основе теории игр [3]. Теория игр рассматривает ситуации, в которых результат действий зависит от действий других участников. Конфликтность и неопределенность тесно связаны. В условиях конфликта, стремление противника скрыть свои предстоящие действия, порождает неопределенность

ее поведения. Слишком поспешные решения могут оказаться неудачными, в то время как затягивание процесса принятия решений может привести к упущенным возможностям. На основе теории игр можно осуществить анализ конфликтных ситуаций, наметить и спрогнозировать сценарии поведения сторон, предложить рекомендации их разрешения и предотвращения опасных ситуаций.

Формирование цели исследования. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив управления инновационной деятельностью в динамических изменениях внешней среды.

Изложение основных результатов и их обоснование. Теоретико-игровое моделирование является теорией, которая базируется на экспертных оценках и суждениях, интегрируемых определенным образом. Для принятия решения о выборе варианта вложения капитала необходимо знать величину риска и сопоставить ее с нормой прибыли на вложенный капитал. Выбор варианта вложения капитала в условиях неопределенности хозяйственной деятельности зависит от степени этой неопределенности.

В случае отсутствия информации о вероятностных состояниях среды, принимаемые решения будут субъективными. Поэтому в диагностике и прогнозировании используют обобщенные модели, которые включают как статистические данные, так и экспертные суждения о возможных стратегиях и способах использования средств для достижения поставленной цели, позволяющих сконцентрировать усилия на вариантах решения, не противоречащих общему направлению функционирования предприятия [5-8].

Условия ведения хозяйственной деятельности, уровень конгруэнтности, степень обеспечения ресурсами являются факторами и причинами, обуславливающими неопределенность функционирования предприятий.

К моментам, снижающим эффективность ведения бизнеса, относятся и иные проявления неопределенности, связанные с неоднозначным поведением внешней среды, такие, например, как появление новых конкурентов, подрывающих цену выпускаемого продукта, задержка оплаты счетов ключевыми клиентами, язвительный обзор характеристик выпускаемого продукта во влиятельном журнале.

Ситуационно-вероятностные факторы учитываются в стратегиях A_i , определяющих эффективность принятия решений и представляются в виде платежной матрицы A :

$$A = \begin{array}{c|cccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ \hline A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & \alpha_1 \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & \alpha_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & \alpha_m \\ & \beta_1 & \beta_2 & \dots & \beta_n & \end{array} \quad \begin{array}{l} \alpha_i = \min a_j \\ \beta_j = \max a_i \end{array}$$

Ее элементами являются: Π_i – среднеквадратичные отклонения флуктуаций внешней среды и a_{ij} – математические ожидания от получаемой прибыли.

Составление элементов матрицы требует мощного информационного сопровождения, представляющего собой сбор статистических, экономических, коммерческих и финансовых сведений. Сбор компонентов альтернатив стратегий управления является своеобразным узлом – стоком, куда входят информационные потоки. Элементы платежной матрицы должны передавать одно и то же направление и одинаковый смысл их влияния на результирующую величину a_{ij} .

Формирование элементов платежной матрицы – важный этап оценивания стратегического управления, так как элементы могут изменяться в различных шкалах имеющих разные размерности. Кроме этого, зачастую имеют место и качественные неосозаемые оценки, для которых отсутствуют шкалы измерений. Измерения в различных шкалах нельзя просто объединить или сложить. Поэтому вычисляются из относительные единицы и шкалы отношений в терминах важности, которые характеризуют их вклад в главную роль функционирования предприятия. При таком формировании структуры элементов матрицы, предпочтение отдается стратегиям, отражающим наибольшее влияние приближения к основной цели.

Наилучшее управляющее решение может быть достигнуто при получении устойчивого компромисса между максимальной прибылью и минимальным риском. Отыскание подобного равновесия является внутренней целью управления, в которой качество стратегий управления описывается достигаемой прибылью, а ущерб от принятия неправильного решения – риском. Таким образом, природа управления и степень ее сложности определяется существующей информацией, выбором анализируемых параметров и учетом рисков.

Аналитическое представление выбора оптимальной стратегии функционирования производства в условиях динамических изменений внешней среды может быть представлено в виде ортогональной платежной матрицы $m \times n$, где число строк $i = \overline{1, m}$, а число столбцов $j = \overline{1, n}$.

Модель оптимизации стратегий управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности можно представить и в виде матрицы рисков $R = \|r_{ij}\|_{m,n}$, которая может быть перестроена из платежной матрицы путем преобразований $r_{ij} = \beta_j - \alpha_{ij}$.

$$R = \begin{array}{c|cccc} & \Pi_1 & \Pi_2 & \dots & \Pi_n \\ \hline A_1 & r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ A_2 & r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{array}$$

Чтобы получить обобщенный результат необходимо обрабатывать все атрибуты с использованием всех измерений [7].

Для определения наилучших решений используются критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица [5]. Рассмотрим их сущность и применение на основе параметров платежной матрицы и матрицы рисков.

С помощью критерия Лапласа определяется стратегия, максимизирующая максимальный выигрыш при неизвестном состоянии среды. При этом в качестве альтернативы стратегии i -той строки платежной матрицы выступает среднее арифметическое выигрышей, стоящих в этой строке. Лучшей считается альтернатива, которая в платежной матрице имеет большую оценку:

$$L = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$$

Степень риска от негативного влияния изменений внешней среды не учитывается.

Критерий Вальда заключается в получении максимального гарантированного результата при наихудших условиях. С позиции данного критерия влияние внешней среды рассматривается как агрессивно действующий противник. Учитывается максимальное значение самого худшего варианта. Можно использовать в случаях, когда ошибки в выборе стратегии могут привести к катастрофическим последствиям, когда решения принимаются только один раз и в будущем их уже не удастся изменить.

Минимальные числа α_{ij} в строках платежной матрицы вписываются в виде добавочного столбца α_i :

$$\alpha_i = \min a_{ij}.$$

Чтобы этот гарантированный эффект в наихудших условиях был максимальным, нужно из всех α_{ij} выбрать наибольшее значение:

$$W = \max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij}.$$

В соответствии с критерием Вальда из всех самых неудачных результатов выбирается лучший.

Общий недостаток критериев Вальда и Лапласа заключается в том, что рассматривается только один вариант ситуации в каждой альтернативе выбора A_2 .

В критерии Сэвиджа выбор стратегии аналогичен выбору стратегии по критерию Вальда с тем отличием, что руководствуются не платежной матрицей, а матрицей рисков:

$$S = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}.$$

Этот критерий используется, когда необходимо защитить объект от возможных больших потерь. Допускается разумный риск ради получения дополнительной прибыли. Использование критерия Сэвиджа целесообразно только в условиях достаточной финансовой стабильности предприятия, когда есть уверенность, что случайные потери не приведут к полному краху.

В критерии Гурвица гипотеза о поведении внешней среды состоит в том, что при любом выборе альтернатив наихудший вариант реализуется с вероятностью ρ , наилучший – с вероятностью $(1 - \rho)$. Используя критерий Гурвица, обрабатывается более существенная информация, чем в критериях Вальда, Сэвиджа и Лапласа. Согласно этому критерию, стратегия в платежной матрице выбирается в соответствии с выражением:

$$H_z = \max_{1 \leq i \leq m} \left\{ \rho \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1 - \rho) \max_{1 \leq o \leq m} a_{ij} \right\}.$$

Применительно к матрице рисков критерий Гурвица имеет вид:

$$H_z = \min_{1 \leq i \leq m} \left\{ \rho \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} + (1 - \rho) \min_{1 \leq o \leq m} r_{ij} \right\}$$

Основной недостаток этого критерия состоит в том, что он учитывает только два исхода – наихудший и наилучший. Кроме этого имеется содержательная сложность в назначении показателя пессимизма ρ .

Для выбора оптимальной стратегии управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности рекомендуется использовать несколько критериев. Упорядочение многокритериальных альтернатив управления нужно производить с удаления явно худших по всем критериям. Оставшиеся множество можно упорядочить, используя качественную информацию о сравнительной важности критериев методом парных сравнений. Если рекомендации, вытекающие из различных критериев, совпадают можно смело выбирать рекомендуемые решения. Если же это не происходит, необходим анализ сильных и слабых сторон используемых критериев. Выбор решения на основании того или иного решения будет всегда более обоснованным чем интуитивный выбор. Для нахождения оптимальной стратегии развития необходимо последовательно проанализировать все возможные стратегии поведения участников производственных процессов и конкурентов.

В ряде экономических задач при внедрении инновационной продукции и рассмотрении вариантов вложения капитала K , необходимо учитывать определенное значение себестоимости выпускаемой продукции C . Выбор вариантов вложения капитала производится при условии, что вероятности возможных состояний хозяйственной деятельности различны и проявляются в разной степени влияния внешней среды на общую результативность инновационной деятельности. Располагая набором K и C можно составить матрицу приведенных затрат и оценить среднее ожидаемое значение нормы прибыли на вложенный капитал.

Ниже приведен пример такой матрицы:

	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
A_1	20	30	15	15
A_2	75	20	35	20
A_3	25	80	25	25
A_4	85	5	45	5

Как показывают результаты расчетов, лучшими являются стратегии: по критерию Вальда – A_3 , по критерию Сэвиджа – A_2 и A_3 , по критерию Гурвица (при $\rho = 0,6$) A_3 , по критерию Лапласа A_4 .

Поскольку стратегия A_3 фигурирует в качестве оптимальной по трем критериям выбора из четырех, степень ее надежности можно признать достаточной для применения. Методология такого оценивания заключается в построении иерархии альтернатив с последующим их анализом на основе парных сравнений по общим свойствам, в результате чего получаются шкалы отношений, из которых синтезируются предпочтения по выбору лучшей альтернативы. Следует отметить, что добавление новых альтернатив в ортогональной платежной матрице и матрице рисков не изменяет порядок следования предпочтений при выборе стратегий развития по любому из критериев. Кроме того добавление новых альтернатив не может привести к превращению старых неоптимальных альтернатив в оптимальные.

Сравнение результативности стратегического управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности по разным критериям должно измеряться в терминах единого обобщенного критерия, представляющего собой синтезированное объединение разнородных реакций на влияние окружающей среды. При этом парные отношения между используемыми критериями позволяют осуществить многокритериальное ранжирование набора альтернатив и выбрать оптимальную траекторию или стратегию экономического развития производства.

Перспективы использования методологии многокритериального выбора на конечном множестве альтернатив управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности заключаются в определении мероприятий по снижению риска. Для этого необходимо их идентифицировать, выделять потенциальные последствия, находить способы снижения риска и, в конечном счете, разрабатывать систему мероприятий по их оценке, учету и уменьшению.

Исключения риска невозможно вообще и нецелесообразно, так как именно рискованные ситуации приносят наибольшую прибыль. Главное правильно расставить акценты в мероприятиях по

внедрению инноваций и обеспечению экономического роста предприятий. Целенаправленный поиск и организация работ по снижению степени риска представлены на рис. 1.



Рис. 1. Схема снятия неопределенности при формировании стратегии инновационного развития

К приемам по снижению риска можно отнести диверсификацию, приобретение дополнительной информации, распределение рисков по времени, страхование. Снижению риска при управлении инновационной деятельностью в условиях динамических влияний внешней среды способствует разработка превентивных шагов и предупредительных мероприятий, связанных с приобретением необходимой информации, стратегическим планированием инновационной деятельности, прогнозированием влияния внешней среды, обучением персонала.

Локализация риска достигается путем отказа от ненадежных партнеров, поиском гарантов рисковых проектов увольнением некомпетентных работников, исключением практики инвестирования средств в один проект. Сюда же входят и ограничения рисков путем создания страховых запасов сырья, материалов и комплектующих изделий, организации резервных фондов, и консервирования незадействованных производственных мощностей.

Выполнив комплекс работ по снижению степени риска при управлении инновациями в условиях неопределенности лицо, принимающее решение, будет в хорошей позиции, чтобы защитить свой бизнес.

Выводы. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив позволяет осуществить агрегирование предпочтений в выборе стратегий управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности. Предложенные практические рекомендации по использованию критериев оптимальности в различных экономических ситуациях позволяют очертить

границы применимости, области рационального использования критериев и выбрать оптимальные стратегии поведения при внедрении инноваций в условиях динамических изменений внешней среды.

Разработанное аналитическое обеспечение управления инновационной деятельностью в условиях неопределенности в виде платежной матрицы и матрицы рисков направлено на получение наибольшей прибыли при оптимальном приемлемом соотношении прибыли и риска и представляет собой полезный инструмент исследования глубинных связей и проявлений свойств процессов управления экономическими результатами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив / С.В. Микони - СПб: Лань, 2008. - 272 с.
2. Шарко М.В. Формирование инновационного потенциала предприятий - монография / М.В. Шарко – Херсон: ФЛП Гринь Д.С., 2014. – 288 с.
3. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман, О. Morgenштерн - М.: Наука, 1970. - 708 с.
4. Чхартишвили А.Г. Теоретико-игровые модели информационного управления / А.Г. Чхартишвили. - М.: ЗАО "ПМСОФТ", 2004. – 227 с.
5. Грицюк Ю.І. Моделювання стратегій поведінки конкурентних форм на ринку надання туристичних послуг // Ю.І. Грицюк, М.Ю. Грицюк / Вісник національного університету Львівська політехніка "Серія інформаційні сеті та мережі". - 2016. - № 854. - С. 50-62.
6. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. пер. с англ. / Т.Л. Саати. - Изд-во ЛКИ 2008. – 360 с.
7. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. – М.: Книжный дом «Университет», 2002. – 288 с.
8. Sharko M., Burenko J., Gusarina N. (2017). Modeling of the management of the information potential of complex economic systems under conditions of the risk // Technology audit and production reserves, 2/4(34) P.14-19.
9. Sharko M.V. (2017). Influence of information and communitative technologies on the economic growth of industrial enterprises / M. Sharko, N. Gusarina // Thai Science Review. – Association of Organizations for Promoting Scientific Research in South-East Asia. – Summer, 112-116.

REFERENCES

1. Mikoni, S.V. (2008). *Mnogokriterialnyiy vyibor na konechnom mnozhestve alternativ* [Multi-criteria selection on a finite set of alternatives] - St. Petersburg: LAN [in Russian].
2. Sharko, M.V. (2014). *Formirovanie innovacionnogo potenciala predpriyatiy* [Formation of innovative potential of enterprises]. - Kherson: FLP Grin D. S. [in Russian].
3. Neyman, D. & Morgenstern O. (1970). *Teoriya igr i ekonomicheskoe povedenie* [Theory of games and economic behavior]. Moscow: Nauka [in Russian].
4. Chkhartishvili, A. G. (2004). *Teoretiko-igrovyye modeli informatsionnogo upravleniya* [Game-Theoretic models of information management]. Moscow: ZAO "PMSOFT" [in Russian].
5. Gritsyuk, Y. & Gritsyuk, N. (2016). *Modelyuvannya strategiy povedinky konkurentnih form na rinku nadannya turistichnih poslug* [Modelling of strategies and competitive forms on the market of tourist services] *Visnyk of national University Lviv Polytechnic "Series of information and network"*, 854, 50-62 [in Ukrainian].
6. Saaty, T.L. (2008). *Prinyatie resheniy pri zavisimostyah i obratnyih svyazyah: analiticheskie seti* [Making with dependence and feedbacks: analytical networks]. Moscow: Publishing house of the LCI [in Russian].
7. Rozen, V.V. (2002). *Matematicheskie modeli prinyatiya resheniy v ekonomike* [Mathematical models of decision-making in the economy]. Moscow: Book house "University" [in Russian].
8. Sharko, M., Burenko, J. & Gusarina, N. (2017). *Modeling of the management of the information potential of complex economic systems under conditions of the risk. Technology audit and production reserves*, 2/4(34), 14-19 [in Ukrainian].
9. Sharko, M.V. & Gusarina, N.V. (2017). *Influence of information and communitative technologies on the economic growth of industrial enterprises. Thai Science Review. Association of Organizations for Promoting Scientific Research in South-East Asia, Summer, 112-116* [in English].