

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

### **Введение**

Без развития инновационной деятельности невозможно формирование и становление рыночной экономики в Украине. Инновации в любой отрасли промышленности позволяют не только усовершенствовать производство и повысить конкурентоспособность продукции, но и создать дополнительные рабочие места, а значит, способствуют улучшению уровня жизни населения как определенного региона, так и страны в целом. Для любого предприятия главная задача инновационной деятельности — поиск или разработка тех инновационных проектов, реализация которых принесла бы максимальные прибыли при минимальных рисках. Однако решить эту задачу без моделирования рискованных ситуаций в большинстве случаев невозможно.

Решением проблем оценки риска с помощью методов математического моделирования занимались многие ученые, в частности В.В. Витлинский, Г.И. Великоиваненко [1], Н.М. Внукова, В.А. Смоляк [2], В.К. Галицын, А.П. Суслов, Ю.А. Кубрушко [3], А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталева [4] и др. Однако универсальных методик, которые можно адаптировать под нужды каждого конкретного предприятия, пока нет.

Цель статьи — исследование теоретических основ и прикладных проблем при управлении инновационной деятельностью предприятий путем моделирования рискованных ситуаций. Для этого необходимо разработать:

- комплексный подход к оценке инновационных рисков предприятий в условиях неопределенности с помощью статического теоретико-игрового моделирования, который позволит предприятию оптимизировать инновационные проекты по определенным им самим принципам оптимальности;
- четкую систему методических положений, пригодных и удобных для практического применения.

### **Анализ инструментария математического моделирования в условиях риска и неопределенности**

Необходимость использования математических методов и моделей при оценке риска инновационных проектов предприятий в последнее время постоянно возрастает. Это связано с необходимостью для предприятий быть уверенными в своих действиях даже в условиях неопределенности, которая проявляется при наличии неполной, неточной и противоречивой информации. Моделирование рискованных ситуаций дает возможность значительно повысить степень обоснованности принятия решений по оптимизации вариантов инновационных капиталовложений.

При осуществлении инновационной деятельности в условиях конкуренции, когда вероятности наступления рискованных событий по альтернативным инновационным проектам неизвестны, часто возникают конфликтные ситуации, когда сталкиваются интересы различных участников рынка. Принятием оптимальных решений в условиях конфликта занимается теория игр. При этом под конфлик-

© Г.Л. ВЕРБИЦКАЯ, 2017

том понимают ситуацию, когда сталкиваются противоположные участники, имеющие разные цели, причем выигрыш каждого из них будет зависеть от поведения других.

В теории игр выделяют три типа конфликтов: конфликт целей, который характеризуется разными взглядами сторон на ожидаемый результат деятельности в будущем; конфликт познания, связанный с несовместимыми взглядами на решение конкретной проблемы; чувственный конфликт, который заключается в разных чувствах и эмоциях сторон как личностей [5–8].

Поэтому при построении математической модели моделирования и оценки инновационных рисков для адекватного отображения конфликта следует описывать: количество игроков (заинтересованных сторон), которыми могут быть как отдельные лица, предприятия, так и различные явления природы и экономика; возможные стратегии каждого из игроков, т.е. планы, согласно которым при любой возможной информации игрок осуществляет выбор своих действий в любой возможной ситуации; функцию выигрыша или платежную матрицу, которая отражает интересы сторон [1, 4].

Существенное отличие игры от реального конфликта состоит в том, что она ведется по определенным правилам, согласно которым известны возможные ходы игроков, объем информации каждой стороны о действиях другой, результат, к которому может привести реализация определенной последовательности ходов.

В теории игр ход понимают как выбор и осуществление одного из возможных действий, допустимых правилами игры. Совокупность определенных ходов предприятия и определяет стратегию игрока. Главная задача теории игр — определение оптимальной стратегии, т.е. такой стратегии, которая обеспечивала бы максимально возможный выигрыш определенному игроку [3].

Поскольку предметом данного исследования является статическая теоретико-игровая модель, следует отметить, что наборы стратегий в процессе игры будут неизменными. Любая игра задается функционалом оценивания (функцией выигрыша, платежной матрицей), который характеризует «выигрыш» или «проигрыш» и имеет вид

$$A = \begin{array}{c|cccc} & x_1 & \dots & x_j & \dots & x_m \\ \hline y_1 & a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_k & a_{k1} & \dots & a_{kj} & \dots & a_{km} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nm} \end{array}$$

где  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  — стратегии первого игрока (субъекта управления);  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  — стратегии второго игрока (экономической среды).

Функционал оценивания будет иметь столько строк, сколько стратегий у первого игрока, и соответственно, столько столбцов, сколько стратегий у второго игрока. При этом функция выигрыша  $A$  может быть как положительной ( $A^+$ ), так и отрицательной ( $A^-$ ) в зависимости от цели игрока. Функционал оценивания будет отрицательным в случае оптимизации риска или ущерба, положительным — при оптимизации прибыли или эффективности.

Используя теорию игр, можно решить множество экономических задач, в том числе и вопросы расчета уровня инновационных рисков проектов. Однако существующая парадигма принятия решений при теоретико-игровом моделировании достаточно сложная в использовании, поскольку предприятию трудно определить лучший инновационный проект, подчиняясь разработанным им самим ограничениям. Поэтому в настоящей работе предложен подход, который позволит предприятию выбрать оптимальный для него инновационный проект в зависимости от желаемого уровня его рискованности, который, в отличие от существующих, позволяет использовать определенные принципы оптимальности при интерпретации возможных выигрышей или проигрышей в результате реализации альтернативных инновационных проектов.

### Теоретико-игровое моделирование риска при принятии инновационных решений

Предложенная математическая модель процесса принятия управленческого инновационного решения в условиях риска и неопределенности на основе теоретико-игровой концепции будет сформирована в виде нескольких основных этапов (рис. 1).



Рис. 1

**Первый этап** — определение цели реализации инновационного проекта. Так как инновации могут осуществляться в форме вложений в новое строительство, производство инновационной продукции, покупку целостных имущественных комплексов, новое оборудование, расширение объемов деятельности и ее пере-профилирование, то, принимая определенное решение о целесообразности вложения средств в конкретные инновационные проекты, предприятие ставит перед собой определенные цели. Как правило, их может быть достаточно много, однако статическая теоретико-игровая модель дает возможность оптимизировать инновационные проекты только по одной из них. Поэтому главная задача предприятия — выбор важнейшей из них. Как известно, одна из главных целей инновационной деятельности — обеспечение высокой отдачи от вложенных средств.

**Второй этап** — определение количества рассматриваемых альтернативных инновационных проектов и состояний экономической среды. Для достижения цели, поставленной на первом этапе, предприятие разрабатывает инновационные проекты возможных вариантов вложения средств в операции с реальными активами.

Определив количество альтернативных вариантов, строим платежную матрицу. Так как теорией игр предусмотрено, что функции выигрыша и множество стратегий, доступных каждому из игроков, общеизвестны, то субъект принятия решения может сам организовать свое поведение.

**Третий этап** — выявление внутренних и внешних факторов инновационных рисков. На результаты инновационной деятельности существенно влияют факторы инновационных рисков, которые и порождают неопределенность получения ожидаемого дохода от вложенных средств. Инновационные риски существуют независимо от воли и желания предприятия. Они могут быть обусловлены как внутренними, так и внешними причинами [8, 9]. Внутренние причины прежде всего связаны с ошибками планирования и организации инновационного проекта. Потенциальными источниками риска можно считать следующие факторы: производственный потенциал предприятия; стратегия развития; уровень предметной и технологической специализации; уровень производительности труда; квалификация менеджеров; профессиональная неосведомленность персонала; недобросовестность менеджеров; низкий уровень маркетинга; недостаточная гибкость проекта; отток коммерчески важной информации; технологическая недисциплинированность; отсутствие мотивации у персонала; недостатки финансового планирования; плохой уход за оборудованием.

Внешний характер рисков предопределяет факторы, которые не зависят от конкретного предприятия: рост инфляции; меры государственного воздействия в области налогообложения, ценообразования, землепользования, финансово-кредитной сферы, охраны окружающей среды; международные экономические связи и торговля; действия экономических контрагентов; конкуренция; ошибки в определении спроса; конъюнктура рынка; политические и экономические кризисы; снижение общего жизненного уровня, рост безработицы, забастовок, изменение потребностей, криминальная обстановка; относительная ограниченность сознательной деятельности людей, неизбежные различия в социально-психологических установках, идеалах, намерениях, оценках, стереотипах поведения; научно-технический прогресс; форс-мажорные обстоятельства.

**Четвертый этап** — определение распределения вероятностей состояний экономической среды. При выборе оптимальной стратегии у субъекта управления нет антагонистического противника, так как в экономической среде отсутствует стремление к выигрышу. Стремление каждого субъекта управления заключается в определении распределения вероятностей состояний экономической среды, ведь вероятность — исторически первый способ учета неопределенности при принятии решений. При определении вероятностей исследуется частота тех или иных конечных результатов, которая не является характеристикой одиночного события, а представляет генеральную совокупность событий. В связи с этим выделяют шесть информационных ситуаций ( $I_1$ – $I_6$ ), которые и характеризуют определенную степень градации неопределенности среды в момент принятия инновационного решения [10].

•  $I_1$  — наиболее желаемая для субъекта управления, так как при этой ситуации известно априорное распределение вероятностей  $P = (p_1, \dots, p_j)$ ,  $p_j = p(x = x_j)$ ,

$$\sum_{j=1}^n p_j = 1 \text{ на элементах } x_j \in X.$$

- $I_2$  характеризуется известным распределением вероятностей  $P(\eta) = (P_1(\eta), \dots, P_n(\eta))$ ,  $\sum_{j=1}^n P_j(\eta) = 1$ ,  $P_j(\eta) = P\{x = x_j / \eta\}$  на элементах  $x_j \in X$  состояний среды.

Однако на данные вероятности влияет неопределенный параметр  $\eta$  из параметрического множества  $\Omega$ .

- $I_3$  — закон распределения вероятностей состояний экономической среды неизвестен, поэтому субъект управления сам задает значения вероятностей, обозначим их  $p_j, j = 1, \dots, n$ .

- $I_4$  имеет место при внедрении радикальных инноваций, так как вероятность поведения среды в этой ситуации неизвестна, ее определяют, руководствуясь определенными гипотезами.

- $I_5$  — субъекту управления неизвестно состояние, в котором находится экономическая среда, однако он постарается свести риск до нулевого уровня, т.е. данная ситуация характеризуется антагонистическими интересами среды в процессе принятия инновационного решения.

- $I_6$  включает в себя все пять предыдущих ситуаций, с одной стороны, идентифицирует любую информационную ситуацию ( $I_1-I_5$ ), а с другой, возникает информационная промежуточная ситуация между ситуациями  $I_1-I_5$ .

В теории игр критерии принятия оптимального решения распределяются по группам в зависимости от информационной ситуации, т.е. в каждой конкретной информационной ситуации используется определенная совокупность показателей [2].

Для  $I_1$  свойственны такие критерии.

- **Критерий Байеса.** При его использовании предприятие выберет тот инновационный проект  $y_{k_0}$  (или множество таких проектов), математическое ожидание значений функционала оценивания которого будет самым высоким при  $A^+$  или низким при  $A^-$ .

$$Z^+(y_{k_0}, p) = \max_{y_k \in Y} A^+(y_k, p) = \max_{y_k \in Y} MA^+ = \max_{y_k \in Y} \left[ \sum_{j=1}^n p_j a_{kj}^+ \right],$$

$$Z^-(y_{k_0}, p) = \max_{y_k \in Y} A^-(y_k, p) = \max_{y_k \in Y} MA^- = \max_{y_k \in Y} \left[ \sum_{j=1}^n p_j a_{kj}^- \right].$$

- **Критерий минимума дисперсии функционала оценивания.** При его использовании оптимальным будет инновационный проект, у которого наименьшее рассеивание случайной величины значений функционала оценивания:

$$\sigma^2(y_{k_0}, p) = \min \sigma^2(y_k, p).$$

- **Модальный критерий.** При  $A^+$  он будет рассчитываться по формуле

$$y_{k_0} : a^+(y_{k_0}; Mo(X)) = \max a^+(y_k; Mo(X)),$$

где  $Mo(X)$  — мода случайной величины  $X$ , которая соответствует состоянию экономической среды с очень высокой степенью вероятности появления.

При  $A^-$  оптимальные капиталовложения определяются по формуле

$$y_{k_0} : a^-(y_{k_0}; Mo(X)) = \min a^-(y_k; Mo(X)).$$

• **Критерий минимальной семивариации.** Оптимальное решение при данном критерии не зависит от того, в каком виде задан функционал оценивания ( $A^+$  или  $A^-$ ), и находится по формулам

$$y_{k_0} : SV^-(y_{k_0}; P; \beta_{k_0}) = \min SV^-(y_k; P; \beta_k),$$

$$SV^-(y_k; P; \beta_k) = \frac{1}{P^-} \sum_{j=1}^n \beta_{k_j} P_j (a_{k_j}^\pm - Z^\pm(y_k; P))^2,$$

где  $\beta_k = \{\beta_{k_1}; \beta_{k_2}; \dots; \beta_{k_n}\}$  — вектор индикаторов неблагоприятных отклонений для решения  $y_k$  по отношению к байесовской оценке  $Z(y_k; P)$  ( $k = 1, \dots, m$ ).

• **Критерий минимального коэффициента вариации для  $A^+$  или  $A^-$ .** Определяется по формуле

$$y_{k_0} : CV^-(y_{k_0}; P) = \min CV^-(y_k; P),$$

где  $CV^-(y_k; P) = \frac{\sigma^-(y_k; P)}{C^+(y_k; P)}$  — величина коэффициента вариации для решения  $y_k$ .

• **Критерий минимального коэффициента семивариации для  $A^+$  или  $A^-$ .** Определяется по формуле

$$y_{k_0} : CSV^-(y_{k_0}; P) = \min CSV^-(y_k; P),$$

где  $CSV^-(y_k; P) = \frac{SSV^-(y_k; P)}{Z^+(y_k; P)}$  — величина коэффициента семивариации

для решения  $y_k$ .

При  $I_2$  используется ряд следующих критериев.

• **Параметрический критерий Байеса.** Рассчитывается по формуле

$$\begin{aligned} \bar{Z}_\Omega^+(y_{k_0}, P) &= \int_{\Omega_1} \dots \int_{\Omega_q} Z^+(y_{k_0}, P(\eta)) m_1(\eta_1) \dots m_q(\eta_q) d\eta_1 \dots d\eta_q = \\ &= \max \int_{\Omega_1} \dots \int_{\Omega_q} Z^+(y_k, P(\eta)) m_1(\eta_1) \dots m_q(\eta_q) d\eta_1 \dots d\eta_q. \end{aligned}$$

• **Параметрический критерий минимума дисперсии функционала оценивания.** Определяется по формуле

$$\sigma^2(y_k, P(\eta)) = \sum_{j=1}^n [a_{kj}^+ - Z^+(y_k, P(\eta))]^2 P_j(\eta).$$

• **Параметрический модальный критерий.** Определяется по формуле

$$\bar{P}_{j_1} = \max \int_{\Omega_1} \dots \int_{\Omega_q} P_j(\eta) m_1(\eta_1) \dots m_q(\eta_q) d\eta_1 \dots d\eta_q.$$

• **Параметрический критерий минимума энтропии математического ожидания функционала оценивания.** Рассчитывается по формуле

$$\begin{aligned} \bar{H}_\Omega(P, y_{k_0}) &= \int_{\Omega_1} \dots \int_{\Omega_q} H(P(\eta), y_{k_0}) m_1(\eta_1) \dots m_q(\eta_q) d\eta_1 \dots d\eta_q = \\ &= \max \int_{\Omega_1} \dots \int_{\Omega_q} H(P(\eta), y_k) m_1(\eta_1) \dots m_q(\eta_q) d\eta_1 \dots d\eta_q. \end{aligned}$$

$I_3$  характеризуется такими критериями.

- **Первая формула Фишберна.** Заключается в построении ряда приоритетов:

$$RI = [x_{i1}; x_{i2}; \dots; [x_{ij}; x_{ij+1}]; \dots; x_{in}],$$

где  $x_{i1}$  — состояние с высокой вероятностью наступления;  $x_{in}$  — состояние с самой низкой вероятностью появления;  $[x_{ij} \sim x_{ij+1}]$  — состояние с одинаковыми вероятностями появления.

- **Вторая формула Фишберна.** Используется, когда частично усилены линейные соотношения упорядоченности:

$$P(X = x_{ij}) = p_{ij} \approx \hat{p}_{ij} = \frac{2^{n-j}}{2^n - 1}, j = 1, \dots, n.$$

- **Третья формула Фишберна.** Рассчитывается по формуле

$$P(X = x_j) = p_j \approx \hat{p}_j = a_j + \frac{1 - \sum_{s=1}^n a_s}{\sum_{s=1}^n (b_s - a_s)} \cdot (b_j - a_j),$$

где  $p_j$  — заданная интервальными соотношениями упорядоченности:  $a_j \leq p_j \leq b_j$ ;  $a_j, b_j \geq 0$ ;  $j = 1, \dots, n$ .

При  $I_4$  используются следующие критерии.

- **Критерий Бернулли–Лапласа.** Вычисляется по формуле

$$Z^+(y_{k_0}, \hat{P}) = \max a^+(y_k, \hat{P}),$$

где

$$Z^+(y_k, \hat{P}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{kj}^+.$$

- **Принцип максимума Гиббса–Джейнса.** Нахождение энтропии Шеннона, которая будет представлять меру неопределенности:

$$\bar{H}(p) = \max H(p) = \max \left\{ - \sum_{j=1}^n p_j \ln p_j \right\}.$$

$I_5$  в экономической литературе представлена следующим критерием.

- **Критерий Вальда.** Его называют критерием крайнего пессимизма, так как выбранные по этому критерию инновационные проекты практически безрисковые. Если функционал оценивания задан  $A = A^+$ , то критерий Вальда будет основываться на принципе  $\max \min$  (максимину) и определяться по формуле

$$y_{k_0} : \tilde{a}_{k_0}^+ = \max \tilde{a}_k^+ = \max \min a_{kj}^+,$$

где

$$\tilde{a}_k^+ = \min a_{kj}^+.$$

Для функционала оценивания заданного  $A = A^-$  критерий Вальда будет основываться на принципе  $\min \max$  (минимакса):

$$y_{k_0} : \tilde{a}_{k_0}^- = \max \tilde{a}_k^- = \min \max a_{kj}^-,$$

где

$$\tilde{a}_k^- = \max a_{kj}^-.$$

• **Критерий доминирующего результата.** Основывается на использовании максимаксной (max max) стратегии при  $A = A^+$ :

$$y_{k_o} : \tilde{a}_{k_o}^+ = \max \tilde{a}_k^+ = \max \max a_{k_j}^+.$$

При  $A = A^-$  оптимальным будет инновационный проект, который обеспечивается миниминной (min min) стратегией

$$y_{k_o} : \tilde{a}_{k_o}^- = \min \tilde{a}_k^- = \min \min a_{k_j}^-.$$

• **Критерий минимального риска Сэвиджа.** Используется только при  $A = A^-$  и рассчитывается по формуле

$$\tilde{a}_{k_o}^- = \min \tilde{a}_k^- = \min \max \tilde{a}_k^-.$$

• **Функции неопределенности третьего рода.** Рассчитываются по формуле

$$H(P) = \min Z^-(y_k, P) = Z^-(P),$$

$$\text{где } Z^-(y_k P_j) = \sum_{j=1}^n P_j a_{k_j}^-.$$

$I_6$  — выбор оптимального инновационного проекта осуществляется по следующим критериям.

• **Критерий Гурвица.** При  $A = A^+$  он имеет вид

$$y_{k_o} : Q^+(y_{k_o}; \lambda) = \max Q^+(y_k; \lambda),$$

где

$$Q^+(y_k; \lambda) = (1 - \lambda) \max z_{k_j}^+ + \lambda \min z_{k_j}^+; \lambda \in [0; 1].$$

При  $A = A^-$  оптимальный вариант капиталовложений определяется по формуле

$$y_{k_o} : Q^-(y_{k_o}; \lambda) = \min Q^-(y_k; \lambda),$$

где

$$Q^-(y_k; \lambda) = (1 - \lambda) \min a_{k_j}^- + \lambda \max a_{k_j}^-; \lambda \in [0; 1].$$

• **Критерий Ходжеса–Лемана.** При  $A = A^+$  он вычисляется по формуле

$$y_{k_o} : HL^+(y_{k_o}; P; \lambda) = \max HL^+(y_k; P; \lambda),$$

где

$$HL^+(y_k; P; \lambda) = (1 - \lambda)Z^+(y_k; P) + \lambda \min a_{k_j}^+.$$

При  $A = A^-$  данный критерий имеет вид

$$y_{k_o} : HL^-(y_{k_o}; P; \lambda) = \min HL^-(y_k; P; \lambda),$$

где

$$HL^-(y_k; P; \lambda) = (1 - \lambda)Z^-(y_k; P) + \lambda \max a_{k_j}^-.$$

• **Критерий Менчеса.** Определяется по формуле

$$\sum_{i=1}^l \bar{P}_i \max a_{k_j} = \min \sum_{i=1}^l \bar{P}_i \max a_{k_j}.$$

**Пятый этап** — установление уровня рискованности инновационных проектов в зависимости от склонности предприятия к риску. В результате исследований в настоящей работе впервые предложена классификация критериев оптимизации выбора инновационных проектов по уровню рискованности вложений, которая позволяет осуществлять этот выбор не только в зависимости от информационной ситуации, но и по следующим группам градации риска: максимальный средневзвешенный, минимальный средневзвешенный, умеренный, незначительный, минимальный (рис. 2). Предложенная классификация дает возможность значительно упростить процесс принятия инновационного решения, так как из всей совокупности критериев, характерных для определенной информационной ситуации, выбираются именно те, которые дают оптимальный результат с точки зрения предприятия, т.е. желание рисковать.

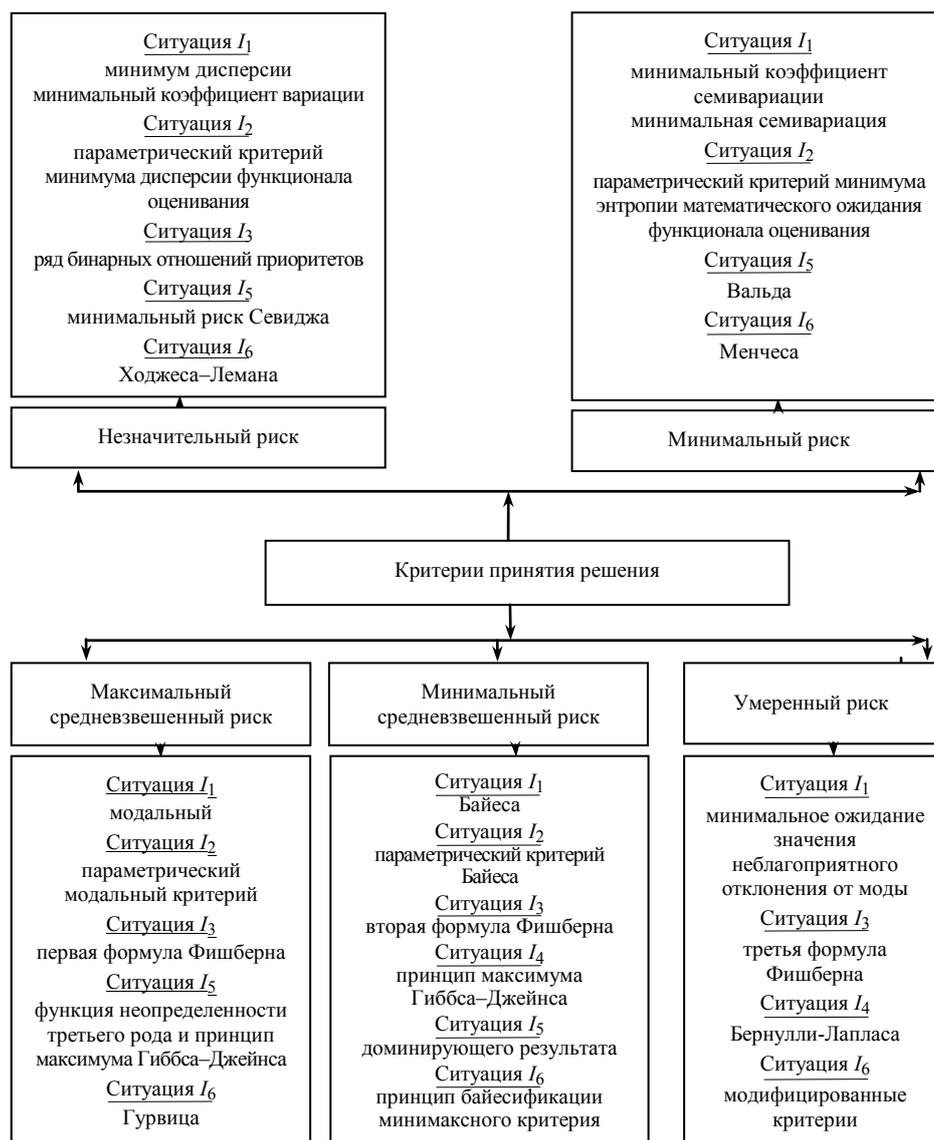


Рис. 2

Оптимизируя инновационное решение по критериям максимального средневзвешенного риска, предприятие выбирает риск, величина которого немного выше среднего уровня. Выбранные инновационные проекты по критериям этой

группы будут иметь наивысшую степень риска по сравнению с инновационными проектами, которые выбирались бы по критериям принятия решения остальных четырех групп. Однако склонное к риску предприятие не только рискует потерпеть большие убытки в случае неудачи, но и имеет возможность существенно снизить риск неиспользованных возможностей в случае успешной реализации инновационного проекта.

Минимальному средневзвешенному риску соответствует средний уровень риска инновационных проектов, а следовательно, и средний уровень риска неиспользованных возможностей.

Умеренный риск неиспользованных возможностей обеспечивают критерии принятия решения, которые относятся к третьей группе. Выбирая инновационный проект по риску этого уровня, предприятие оптимизирует соотношение величины риска и ожидаемой прибыли.

Незначительный и минимальный риск ориентирует предприятие на выбор наименее рискованных инновационных проектов. Однако практически несклонное к риску предприятие подвергается опасности выйти на максимальный уровень риска неиспользованных возможностей, а значит, недополучить прибыль. Однако в случае неудачи потери предприятия будут минимальными.

**Шестой этап** — выбор критерия оптимальности. Выбирается согласно предложенной классификации критериев оптимизации выбора инновационных проектов по уровню рискованности вложений (см. рис. 2) и зависит от информационной ситуации и установленного предприятием уровня риска инновационных проектов.

**Седьмой этап** — оценивание множества инновационных проектов по выбранному критерию оптимальности. Бесспорно, оптимальным будет тот инновационный проект, который принесет предприятию максимальный выигрыш при минимальных убытках. Однако при готовности предприятия к риску можно выбрать и более рискованный вариант, ведь чем выше степень риска, тем больше прибыль в случае удачной реализации проекта.

**Восьмой этап** — заключительный. Принимается решение о реализации конкретного инновационного проекта на предприятии.

### Заключение

Условия неопределенности и конфликта, в которых вынуждены действовать предприятия, существенно влияют на их ожидаемые доходы от реализации инновационных решений. Так как под процессом принятия инновационного решения предприятием понимают выбор определенных инновационных проектов из множества альтернативных, то, безусловно, этот выбор должен осуществляться согласно определенному критерию оптимальности.

В теоретико-игровой концепции критерии принятия решения выбираются в соответствии с информационной ситуацией, в которой находится субъект управления. Однако при принятии решения относительно выбора того или иного инновационного проекта выбор одного из множества критериев вызывает затруднения.

Предложенный порядок оптимизации инновационных рисков предприятий в условиях неопределенности на основе статического теоретико-игрового моделирования дает возможность выбирать инновационные проекты, оптимизировав их по пяти группам риска: незначительный, минимальный, умеренный, минимальный средневзвешенный, максимальный средневзвешенный. Каждая из перечисленных групп риска дает возможность предприятию оптимизировать не только свои убытки в случае неудачной реализации проекта, но и прибыли. Бесспорно, наивысший уровень прибыли предприятие получит в случае принятия решения по критериям максимального средневзвешенного риска, правда, выбранный

проект буде найбільш ризикованим по порівнянню з проектами, які вибирались би за критеріями чотирьох інших груп ризику. Вже, як відомо, величина очікуваної прибутку відповідає величині можливого ризику, т.е. надприбуток отримують тільки підприємства при вищому рівні ризику.

Для подальшого дослідження розглянутого питання автор вважає необхідним дослідити практичну можливість застосування статистичної теоретико-ігрової моделі при розробці інноваційної стратегії підприємств.

*Г.Л. Вербицька*

### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКОГО ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ В УМОВАХ РИЗИКУ І НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Розроблено математичну модель процесу прийняття управлінського інноваційного рішення в умовах ризику і невизначеності на основі теоретико-ігрової концепції, яка дозволяє підприємству оптимізувати інноваційні проекти за визначеними ним самим принципами оптимальності. Розроблено чітку систему методичних положень, придатних та зручних для використання на практиці.

*G.L. Verbytska*

### MODELING OF THE PROCESS OF MAKING MANAGEMENT INNOVATION DECISION UNDER RISK AND UNCERTAINTY

The mathematical model of the process of making innovative managerial decision in conditions of risk and uncertainty based on game-theoretic concept, which allows the company to optimize innovation projects defined by principles of optimality. The developed clear system of procedural points is applicable and convenient for use in practice.

1. *Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І.* Ризикологія в економіці та підприємстві. — Київ : КНЕУ, 2004. — 480 с.
2. *Внукова Н.М., Смоляк В.А.* Економічна оцінка ризику діяльності підприємств. — Харк. : ІНЖЕК, 2006. — 184 с.
3. *Галіцин В.К., Сулов О.П., Кубрушко Ю.О.* Моделі і методи оцінки інвестиційних проектів. — Київ : КНЕУ, 2005. — 168 с.
4. *Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю.* Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 222 с.
5. *Воробьев Н.Н.* Теория игр для экономистов и кибернетиков. — М.: Наука, 1985. — 271 с.
6. *Де Гроот М.* Оптимальные статистические решения. — М.: Мир, 1974. — 496 с.
7. *Дюбин Г.Н., Суздаль В.Г.* Введение в прикладную теорию игр. — М.: Наука, 1981. — 336 с.
8. *Сиротинська Н.М.* Сутність та чинники виникнення інноваційних ризиків // Науково-теоретичний журнал Хмельницького економічного університету «Наука й економіка». — 2013. — № 1(29). — С. 96–100.
9. *Дослідження та оптимізація економічних процесів (Оптимум — 2014).* — Харк. : Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2015. — 536 с.
10. *Нейман Дж., Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. — М.: Наука, 1970. — 708 с.

*Получено 24.05.2016*