

---

---

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОИСКИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

DOI: 10.34020/2073-6495-2020-2-271-281

УДК 658

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ВИДОВ РИСКА ПРИ ОДНОКРАТНОМ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Ковалев В.А., Пестунов А.И.**

Новосибирский государственный университет  
экономики и управления «НИНХ»  
E-mail: v\_a\_kovalev@bk.ru; pestunov@gmail.com

Проведен анализ задачи формализации принятия однократного (неповторимого) решения при риске в предпринимательской деятельности в случае альтернатив с отрицательными исходами (потерями), из которых какая-либо одна не имеет опасных последствий. Рассмотрены постановка задачи моделирования подмножеств альтернатив как вариантов сочетаний видов рисков и особенности выбора оптимального варианта альтернативы. Предложена математическая модель, которая может использоваться для формального обоснования выбора альтернативы на ранних стадиях принятия однократного (неповторимого) решения при риске в практике предпринимательской деятельности.

*Ключевые слова:* предпринимательская деятельность, управление рисками, однократное решение, неповторимое решение, сочетание видов риска.

## MODELLING OF THE OPTIMAL RISKS COMBINATION FOR NON-REPEATED DECISION-MAKING IN ENTREPRENEURSHIP

**Kovalev V.A., Pestunov A.I.**

Novosibirsk State University of Economics and Management  
E-mail: v\_a\_kovalev@bk.ru; pestunov@gmail.com

We analyze a problem of formalization a non-repeated decision-making in entrepreneurship when there are exist alternatives with negative outcomes, or losses, one among which does not have dangerous consequences. We consider a problem of modelling the subset of alternatives as variants of risks combinations, in particular, the choice of an optimal variant of the alternative. The proposed model may be exploited for formal justification of the alternative choice during the early stages of non-repeated.

*Keywords:* risk management, entrepreneurship, decision-making, one-time decision, non-repeated decision.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Оценка степени риска играет важную роль при принятии управленческих решений в различных сферах, например, в социологии, предпринимательской деятельности, статистических исследованиях, информационной безопасности и многих других областях [2, 4, 12, 15, 16]. Причем в условиях роста сложности и комплексности проблем, а также числа видов риска, которыми сопровождаются решения, особую значимость приобретают однократные (неповторимые) решения, при принятии которых следует выбирать оптимальное сочетание видов риска исходя из заданной цели. Поскольку именно предприниматель ставит цель, формулирует проблему, использует результаты работы и принимает окончательное решение, то основная ответственность за возможные последствия этого решения лежит на нем. Необходимость принимать подобные решения может возникать, например, при выборе альтернативы в задачах оперативного управления сложными технологическими системами, при выборе оптимального плана деятельности и развития предприятия, при выборе планов лечения больных, при выборе и покупке дорогостоящего оборудования и т.п. При этом практически всегда приходится выбирать альтернативы с отрицательными исходами (потерями), из которых только одна не имеет опасных последствий, т.е. принимать однократные решения при риске.

Известно, что риск является неотъемлемой составляющей всех видов предпринимательской деятельности, например, в сферах производства и реализации материальной продукции, процессов, товаров, услуг; воплощении научно-технических проектов; осуществлении финансовых и товарно-денежных операций; в коммерции. Очевидно, что если предприниматель может осуществить выбор наилучшего неповторимого решения, то это позволяет получить необходимый конечный результат. Вместе с тем в условиях, когда наилучшее решение неочевидно, то именно методы оптимизации выбора значительно снижают степень риска предпринимательской деятельности при принятии однократных решений.

Существование предпринимательского риска и при этом неизбежные изменения его степени в различных условиях экономической деятельности являются в том числе постоянными факторами развития сфер предпринимательства.

Предпринимательский риск может классифицироваться различными способами. При этом наиболее часто используемыми видами являются производственный, политический, коммерческий, технический, финансовый, инновационный, инвестиционный, отраслевой, рыночный. Важным фактором, который влияет на вид риска в экономической деятельности, служат предпочтения и поступки руководителя, например, стратегия и тактика ведения дел.

Оценка степени риска может осуществляться различными способами, учитывающими специфику конкретной сферы экономики, в которой работает предприниматель [1, 5, 7, 9, 18]. Наиболее важными из них при принятии однократного решения являются следующие:

– оценка величины ожидаемой неудачи, определяемой через соотношение вероятности неудачного решения и степени неблагоприятных последствий, которые могут наступить в результате такого решения;

– произведение ожидаемой потери в единицах ее измерения на вероятность того, что выбрано неправильное решение; при этом должна быть предварительно установлена взаимосвязь между величиной риска для принимаемого решения и возможными потерями в результате принятия этого решения; кроме того, здесь предполагается, что наилучшим является решение с минимальным риском;

– дескриптивный (оценочно-описательный) способ, учитывающий характер производимой продукции, которую предполагается реализовать;

– графическое построение различных вариантов решений в форме связанного графа, или «дерева решений», где ветви соответствуют субъективным и объективным оценкам исследуемых событий; здесь риск оценивается для каждого промежуточного решения, а степень риска вычисляется как сумма ущерба в результате неправильного решения и расходов, потребовавшихся для реализации этого решения; такой подход дает возможность формализовать оценку степени риска и сочетаний его видов, обоснованно подойдя к выбору оптимального решения.

Известно, что грамотная управленческая работа позволяет снизить вероятность возникновения риска, и правильная оценка риска здесь играет ключевую роль. Расчетно-аналитические методы оценки рисков при однократном выборе, основанные на аппарате теории игр, достаточно хорошо разработаны только в применении к страховому и игровому видам риска [7, 13], однако методы оценки производственного, коммерческого, финансового и некоторых других видов риска пока не в полной мере не созданы.

В теории ожидаемой полезности фон Неймана – Моргенштерна [11] исследуется принятие решений в условиях риска. С помощью аксиом этой теории доказано, что среди множества альтернатив с отрицательными исходами оптимальной считается та альтернатива, при которой математическое ожидание потерь минимально. Однако применение принципа ожидаемой полезности характеризуется тем, что максимизация ожидаемой полезности (или минимизация ожидаемых потерь) приводит к максимизации действительной полезности (или минимизации действительных потерь) только в случае возможности многократного принятия решений. При однократном (неповторимом) принятии решения применение принципа ожидаемой полезности не позволяет выбрать оптимальную альтернативу среди альтернатив с отрицательными исходами, так как не представляется возможным рассчитать минимальное значение математического ожидания потерь, поскольку, сталкиваясь с выбором альтернативы в условиях риска, лицо, принимающее решение (ЛПР), не может осуществить эксперимент (т.е. повторить выбор). Кроме того, если возникновение отрицательного исхода практически возможно, но маловероятно, применение наименьшего математического ожидания потерь не удовлетворит требованиям осторожности ЛПР, так как наибольшую степень осторожности может обеспечить только критерий минимакса [8, 10]. Следовательно, при неповторимом принятии решения в условиях риска, выбор оптимальной альтернативы целесообразно осуществлять на основании такого критерия, который занимал бы промежуточное положение между критерием минимакса и критерием ожидаемой полезности в отношении степени осторожности ЛПР. Поэтому,

применительно к задачам принятия однократных решений при риске, целесообразна разработка такого критерия, который бы с учетом оценки предпринимателем опасности, исходящей от реализации альтернативы, обеспечивал уменьшение вероятностей возникновения больших потерь.

## 2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ СОЧЕТАНИЯ ВИДОВ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО РИСКА

При формализации процедуры выбора центральным является вопрос о том, как (т.е. на каком языке) могут быть описаны алгоритмы. Существуют три подхода формализации алгоритмов выбора [8, 10]: язык бинарных отношений, критериальный язык, язык функций выбора. Критериальный язык исходит из предположения о существовании  $r$ -мерного пространства критериев. Альтернативам соответствуют точки этого пространства, а само пространство характеризуется наличием осей, таких, что расположение точек вдоль осей отвечает интуитивному определению понятий «лучше – хуже». Язык бинарных отношений между альтернативами исходит из того, что критериальное пространство не вводится, но считается, что для каждой пары альтернатив можно каким-либо образом установить предпочтение одной альтернативы другой или их равноценность. Язык функций выбора касается не отдельных альтернатив, а их множества, и задача состоит в выборе подмножества альтернатив.

Формализация выбора наилучшей или наиболее предпочтительной в каком-либо смысле альтернативы состоит в ее количественной оценке как по одному, так и по многим заданным техническим, экономическим, социологическим, психологическим и другим критериям (факторам).

Рассматривая однократный выбор альтернативы, будем иметь в виду следующую ситуацию [5, 6]: задано некоторое количество элементов  $A_\mu, \mu = \overline{1, m}$ , называемых далее альтернативами, составляющих множество  $\{A\}$ . Для осуществления акта выбора можно предъявить различные подмножества  $\bar{A}_\mu \in \{A\}$ . Выбор состоит в выделении из подмножества  $\bar{A}_\mu$  альтернативы  $A_\mu^{opt}$  в некотором смысле оптимальной, а собственно выбором является правило (или алгоритм), позволяющее для каждого подмножества  $\bar{A}_\mu$  найти соответствующий вариант  $A_\mu^{opt}$ .

В качестве первого этапа разработки алгоритма необходимо рассматривать оценку опасности, исходящей от реализации альтернативы  $A = (N, p; 0, 1 - p)$ , при которой с вероятностью  $p$  возникают различные потери  $N$  (материальные, трудовые, финансовые, времени, специальные например, такие как нанесение ущерба престижу предпринимателя, здоровью и жизни людей, окружающей среде и др.), а с вероятностью  $(1 - p)$  потери нулевые (0).

Оценка опасности, возникающей в случае реализации альтернативы  $A_\mu$ , помимо параметров  $N$  и  $p$ , значительно зависит и от отношения предпринимателя к риску, т.е. от степени его осторожности.

Для различных сфер экономической деятельности дать точный ответ на вопрос, какой должна быть степень осторожности предпринимателя в случае неповторимых решений, не представляется возможным. Вместе с

тем осторожность предпринимателя может иметь бесконечно много ступеней в зависимости от степени важности принимаемого решения, характера потерь, уровня ответственности. Поэтому опасность альтернатив целесообразно выразить функцией  $U$ , зависящей от переменных  $N, p$  и некоторого нормализованного числа  $S_0$ , выражающего степень осторожности предпринимателя. Причем выбор значения  $S_0$  предоставляется ему самому. Эту функцию обозначим в виде  $U(1, p, S_0)$ . Очевидно, что число  $S_0$  теоретически может принимать любые значения в замкнутом промежутке  $(0, +\infty)$ , причем будем считать, что большей степени осторожности предпринимателя соответствует и большее значение  $S_0$ .

### 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ВИДОВ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО РИСКА

#### 3.1. Выбор варианта альтернатив

Рассмотрим вариант формализации задачи составления подмножеств  $\bar{A}_\mu$  сочетания видов рисков из альтернатив  $A_\mu, \mu = \overline{1, m}$  как элементов системы  $\{A\}$ . При этом моделируемые варианты подмножеств  $\bar{A}_\mu$  должны рассматриваться как точки в  $m$ -мерном пространстве области их существования.

Пусть задано непустое множество  $\bar{A}$  альтернатив, которым взаимно однозначно сопоставлено множество рисков  $\varphi$ , т.е.  $\bar{A} = \|\varphi_{kj}\|$ , где  $k = \overline{1, r}$  вид риска (номер строки матрицы);  $j = \overline{1, c}$  – степень риска данного вида с фиксированным значением величины потерь (номер столбца матрицы). Тогда любой вариант построения комплекса альтернатив  $\bar{A}$  определяется сочетанием элементов из множества  $\{\varphi_{kj}\}$ , а оптимальным вариантом комплекса  $A_\mu^{opt}$ , составленного из набора видов рисков с фиксированными значениями потерь, и, следовательно, представляющим практическую ценность, является такой, который при нулевых потерях ( $N = 0$ ) или их фиксированных минимумах ( $N_{min}$ ) обеспечивает оптимизацию  $\mu$ -го комплекса с максимальной эффективностью  $W$  (т.е. с нулевыми или минимально допустимыми потерями при реализации данной  $A_\mu^{opt}$  альтернативы). При этом возможен один из следующих случаев влияния степени  $\varphi_j$  риска соответствующего вида  $k = \overline{1, r}$  из множества сочетаний их видов  $\{\varphi_{kj}\}$  на эффективность комплекса  $\bar{A} \in \{A\}$  альтернатив: 1) с возрастанием  $\varphi_{kj}$  значение  $W$  уменьшается (потери возрастают); 2) с возрастанием  $\varphi_{kj}$  значение  $W$  повышается (потери уменьшаются); 3) с возрастанием  $\varphi_{kj}$  значение  $W$  остается постоянным.

Допустим для определенности, что меньшему значению  $\varphi_j$  соответствуют меньшие потери от реализации комплекса  $\bar{A}_\mu$  сочетания видов риска, составленного из  $k$ -видов риска, а эффективность  $W$  его  $\mu$ -го варианта и потери  $N$  можно оценить функциями вида:  $W = W(A_\mu, T_\mu)$ ;  $N = N(A_\mu, T_\mu)$ , где  $T_\mu, \mu = \overline{1, m}$  – множество требований предпринимателя на составление комплекса альтернатив  $\bar{A}$  выбора, т.е.  $T_\mu = \{\tau_q^\mu\}$ , где  $\tau_q^\mu$  –  $q$ -е требование предпринимателя для  $\mu$ -го варианта  $A_\mu^{opt} \in \bar{A}_\mu$ .

Исходя из множества требований  $T_\mu$  к комплексу альтернатив  $\bar{A}_\mu$ , необходимо определить множество требований  $\bar{T}_\varphi$ , предъявляемых к каждому виду рисков, т.е. осуществить преобразование  $T_\mu$  в требования к конкретным значениям степени риска:

$$T_\mu = \{\tau_q^\mu\} \rightarrow T_\varphi = \{\tau_k^\varphi\}; \quad k = \overline{1, r},$$

где  $\tau_k^\varphi$  –  $\varphi$ -е требование предпринимателя к значению степени риска  $k$ -го вида. Тогда вектор  $\bar{T}_\varphi$  является вариантом набора  $\varphi_{kj}$  для альтернатив  $\bar{A}_\mu$ , а при его составлении задача сводится к тому, чтобы путем выбора элементов из множества  $\{\varphi_{kj}\}$  обеспечить выполнение условия эффективности  $W$ , если элементы множества  $\{\tau_k^\varphi\}$  фиксированы или изменяются в заданных диапазонах. Однако среди множества вариантов альтернатив, порождаемых в процессе моделирования, неизбежно возникают сочетания как видов  $\varphi_k$  рисков, так и их степеней  $\varphi_j$ . Кроме того, директивно могут быть заданы как «желательные», так и «запрещенные» для экономической деятельности сочетания видов и степеней рисков. Поэтому сравнение и выбор вариантов  $\bar{A}$  с определением оптимального  $A_\mu^{opt}$  могут быть осуществлены лишь при использовании обобщенного критерия, включающего экономические, директивные, технические и другие требования. Таким образом, процесс выбора оптимального варианта  $A_\mu^{opt}$  однократного решения по условиям предпринимателя сочетает три тенденции: генерация многообразия вариантов компоновки  $\varphi_{kj} \in \bar{A}$ ; усечение множества  $\bar{A}$  до состава  $\bar{A}_\mu$ , в котором находится оптимальный вариант  $A_\mu^{opt}$ ; определение степеней рисков разных видов, принадлежащих  $A_\mu^{opt}$ .

### 3.2. Оптимизация выбора альтернатив

Для многокритериальных оптимизационных задач, когда из множества моделируемых объектов необходимо выделить такие, в которых нельзя изменить значения параметров одного объекта не ухудшая при этом параметры никакого другого, наиболее удобным является метод, основанный на принципе оптимальности Парето [14, 17]. Тогда общая форма задачи оптимизации выбора варианта альтернативы  $A_\mu^{opt}$  при реализации однократного выбора в условиях риска может быть записана в следующем виде: найти

$$\varphi_{kj} \in \bar{P}_\mu \subset \bar{A}_\mu \mid W(A_\mu^{opt}) \geq W(A_\mu) \text{ для всех } \bar{A}_\mu \in \bar{A}, \quad (1)$$

где  $\bar{P}_\mu$  – подмножество (группа Парето) вариантов  $\bar{A}_\mu$ , в котором находится оптимальный  $A_\mu^{opt}$ ;  $W(A_\mu)$  – целевая функция, определяющая качество однократного выбора, т.е. включающая виды рисков с учетом требований предпринимателя. При этом варианты  $A_\mu$  считаются непригодными, т.е.  $\varphi_{kj} \notin \bar{P}_\mu$ , если они являются таковыми по условию:

$$\exists(\varphi_{kj}^\mu \in \bar{A}_\mu) \succ \varphi_{kj}^{\max}, \quad (2)$$

где  $\varphi_{kj}^{\max}$  – максимально допустимое по требованию предпринимателя значение степени риска  $k$ -го вида. В соответствии с условием (2) группу  $\bar{P}_\mu$ ,

оптимальную по Парето, можно выделить из моделируемого множества  $\overline{A}_\mu$ , используя булеву переменную  $\varepsilon_{kj}^\mu$ , отбраковывающую неприемлемые альтернативы  $A_\mu \in \overline{A}_\mu$ ,  $\mu = \overline{1, m}$ :

$$\varepsilon_{kj}^\mu = \begin{cases} 1, & \text{если } \varphi_{kj}^\mu \leq \tau_k^\varphi; \\ C_0, & \text{если } \varphi_{kj}^\mu > \tau_k^\varphi, \end{cases} \quad (3)$$

где  $C_0$  – число, значение которого назначается по условию  $C_0 \rightarrow \infty$  в промежутке  $(0, +\infty)$  для соответствующего  $k$ -го вида риска из их заданного множества. Данное ограничение не позволяет выбирать сочетания видов рисков со значениями степеней хуже требований предпринимателя.

Для нахождения оптимального варианта альтернативы  $A_\mu^{opt} \in \overline{P}_\mu$  необходимо предусмотреть возможность появления дополнительных ограничений при возникновении новых, важных для предпринимателя видов рисков (например, имиджевых). Следовательно, должны соблюдаться ограничения, представляемые системой неравенств вида:

$$Q^d(A_\mu) = \left( \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^c q_{kj}^d \varepsilon_{kj}^\mu \right) \leq Q_0^d(A_\mu^{opt}), \quad d = 1, 2, \dots, \quad (4)$$

где  $Q^d(A_\mu)$ ,  $Q_0^d(A_\mu^{opt})$  – соответственно суммарное и минимально допустимое предпринимателем значения степени риска по их видам, включаемым в альтернативу  $A_\mu^{opt}$ ;  $q_{kj}^d$  – значение  $d$ -го показателя ограничения степени риска  $j$  по  $k$ -му его виду;  $d = 1, 2, \dots$ , – число показателей ограничения. С учетом вышеизложенного возможна следующая формулировка задачи составления вариантов компоновки видов рисков и выбора оптимальной альтернативы:

$$A_\mu^{opt} = \left\{ \varphi_{kj} \right\} \left| W(A_\mu^{opt}) = \max W(A_\mu); \right. \quad (5)$$

при  $Q^d(A_\mu) \leq Q_0^d(A_\mu^{opt}), \quad d = 1, 2, \dots$

### 3.3. Расчетные формулы модели для выбора наилучшей альтернативы

Для формализации учета требований предпринимателя в рамках целевой функции (5) можно воспользоваться следующим положением [3, 17]: чем дальше отстоят параметры синтезируемой системы от требований исходного задания в лучшую сторону, тем более совершенна данная система, а процедуру вычисления целевой функции можно построить на методах штрафных функций в  $r$ -мерном пространстве параметров. С этой позиции в качестве основы целевой функции можно ввести расстояние между точками  $A_\mu$  и  $T_\mu$  в  $r$ -мерном векторном пространстве переменных с учетом коэффициентов  $\psi_{kj}$  важности параметров для предпринимателя:

$$W(A_\mu, T_\mu) = \sqrt{\sum_{k=1}^r \psi_{kj}^2 (\varphi_{kj}^\mu - \tau_k^\varphi)^2}. \quad (6)$$

Таким образом, задача моделирования оптимального варианта  $A_\mu^{opt}$  альтернативы формализуется в следующем виде:

$$W(A_\mu, T_\mu) = \left( \sum_{j=1}^c b_{kj} \sqrt{\sum_{k=1}^r \Psi_{kj}^2 (\varphi_{kj}^\mu - \tau_k^\varphi)} \right);$$

$$b_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й вариант степени риска} \\ & k\text{-го типа выбирается;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (7)$$

при условии:

$$Q^d(A_\mu) = \left( \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^c q_{kj}^d \varepsilon_{kj}^\mu \right) \leq Q_0^d(A_\mu^{opt});$$

$$\varepsilon_{kj}^\mu = \begin{cases} 1, & \text{если } \varphi_{kj}^\mu \leq \tau_k^\varphi; \\ N, & \text{если } \varphi_{kj}^\mu > \tau_k^\varphi; \end{cases} \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^c b_{kj} = 1, \quad k = \overline{1, r}; \quad j = 1, c,$$

где  $b_{kj}$  – коэффициент ограничивающего условия  $\sum b_{kj} = 1$ , определяющего возможность выбора одной степени или нескольких степеней риска  $k$ -го типа. Если это условие исключить, то возможен выбор нескольких видов риска с одной степенью.

#### 4. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МОДЕЛИ К РЕШЕНИЮ ТЕСТОВОЙ ЗАДАЧИ

Рассмотрим, как реализуется выбор оптимальной альтернативы (комплекса сочетания видов риска) с использованием построенной модели применительно к тестовой (условной) задаче.

Пусть имеются некоторые различные виды рисков  $k = \overline{1, 6}$  и оценочные значения (они могут быть получены экспертным путем), характеризующие их степени  $j = \overline{1, 5}$  (см. таблицу).

Сформулированная задача (7)–(8) относится к классу задач математического программирования и может быть решена одним из методов направленного перебора. Для расчетов численные значения видов риска и их степени необходимо предварительно нормировать, поскольку они имеют различные размерности.

Оценка возможности практического использования математической модели (7)–(8) на основе метода динамического программирования осуществлена решением тестовой задачи: из шести видов рисков ( $r = 6$ ), каждый из которых имеет пять вариантов степеней ( $c = 5$ ), составить комплекс альтернатив  $\{\varphi_{kj}\}$  для реализации однократного выбора в локальной предпринимательской задаче. При условии, что в оптимальный комплекс может входить только одна степень ( $\sum b_{kj} = 1$ ) каждого из шести видов рисков при ограничениях по стоимости и времени реализации ( $d = 2$ ). Исходные данные тестовой задачи при  $\Psi_{kj} = 1$  в безразмерном виде после нормирования



## Демонстрация найденного решения на модельных (тестовых) данных

$\Phi_{kj}^u$	$q_{kj}^1$	$j = \overline{1,5}$										$Q_0^d(A_u^{opt})$	
		1		2		3		4		5			
$k = \overline{1,6}$	1	0,12	0,003	1,00	0,10	0,001	0,18	1,00	0,01	<b>0,03</b>	<b>0,13</b>	2,47	
		0,16	0,02	0,75	0,20	0,001	2,00	0,80	0,30	<b>0,02</b>	<b>0,11</b>		
	2	<b>0,16</b>	<b>0,005</b>	1,20	0,15	0,002	0,10	2,00	0,003	0,12	0,30		
		<b>0,16</b>	<b>0,04</b>	0,75	0,23	0,001	2,20	0,80	0,40	0,02	0,25		
	3	0,22	0,007	1,40	0,20	0,002	0,15	3,00	0,07	<b>0,07</b>	<b>0,18</b>		
		0,16	0,06	0,75	0,25	0,001	2,45	0,80	0,50	<b>0,02</b>	<b>0,14</b>		
	4	<b>0,28</b>	<b>0,009</b>	1,15	0,23	0,005	0,17	5,00	0,008	0,18	0,24		
		<b>0,16</b>	<b>0,008</b>	0,75	0,26	0,001	2,50	0,80	0,60	0,05	0,17		
	5	0,34	0,01	1,60	0,25	0,01	0,20	7,00	0,09	<b>0,10</b>	<b>0,27</b>		
		0,16	0,09	0,75	0,27	0,001	2,70	0,80	0,70	<b>0,02</b>	<b>0,19</b>		
	6	0,45	0,011	1,70	0,27	0,008	0,20	9,00	0,10	<b>0,05</b>	<b>0,16</b>		
		0,16	0,10	0,75	0,30	0,002	2,50	0,80	0,80	<b>0,02</b>	<b>0,13</b>		
	$\sum b_{kj} = 1; d = 2; \Phi_{kj} = 1$												

представлены в таблице, где в четырех левых верхних ячейках показаны положения численных значений параметров  $\Phi_{kj}^u$ ,  $\tau_k^\Phi$ ,  $q_{kj}^1$ ,  $q_{kj}^2$  в соответствующих ячейках ( $k \times j$ ) поля таблицы. Для данной тестовой задачи получен оптимальный вариант альтернативы  $A_u^{opt}$ , который определяется ячейками ( $k \times j$ ) поля таблицы: (1-5), (2-1), (3-5), (4-1), (5-5), (6-5). Нормированные значения соответствующих параметров в них выделены жирным шрифтом.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе рассмотрена задача формализации принятия однократного (неповторимого) решения при риске в случае альтернатив с отрицательными исходами (потерями), из которых только одна не имеет опасных последствий. Предложена математическая модель для формального обоснования сочетания видов рисков и их степеней уже на ранних стадиях принятия однократного (неповторимого) решения в практике предпринимательской деятельности.

Потребность в формализованных процедурах выбора альтернатив сочетания видов рисков и их степеней во все более сложных ситуациях принятия управленческих решений будет непрерывно возрастать. При этом методы формализации выбора альтернатив с отрицательными исходами должны помогать принимать решения. Главные трудности здесь связаны с формулировкой конкретной задачи и выбором критериев (или их системы).

## Литература

1. Авдийский В.И., Безденежных В.Н. Риски хозяйствующих субъектов: теоретические основы, методологии анализа, прогнозирование и управление: учеб. пособие. М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 368 с.

2. *Басыня Е.А., Хищенко В.Е., Рудковский А.А.* Метод идентификации киберпреступников, использующих инструменты сетевого анализа информационных систем с применением технологий анонимизации // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2019. Т. 22. № 2. С. 45–51.
3. *Вермишев Ю.Х.* Методы автоматического поиска решения при проектировании сложных технических систем. М.: Радио и связь, 1982. 152 с.
4. *Ильиных С.А.* Риск в контексте социологии управления // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19. № 11. С. 267–271.
5. *Ковалев В.А.* Выбор параметров и синтез системы типоразмеров швейных машин автоматического действия для обувного производства: дис. ... канд. техн. наук. М.: МТИЛП, 1984.
6. *Ковалев В.А.* Формализация задач принятия однократных решений при риске // Философия науки и техники: тезисы и материалы межвузовской научной конференции. Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. транспорта, 2008. С. 132–135.
7. *Лапуста М.Г., Шаршукова Л.Г.* Риски в предпринимательской деятельности. М.: Инфра-М, 2003. 251 с.
8. *Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А., Соколов В.Б.* Теория выбора и принятия решений. М.: Наука, 1982. 328 с.
9. *Минат В.Н.* Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски: учебное пособие для вузов. М.: Издательство «Экзамен», 2006. 189 с.
10. *Мушик Э., Мюллер П.* Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. 208 с.
11. *Нейман Дж. фон, Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 708 с.
12. *Пестунов А.И., Ковалев В.А.* Определение критической цены продажи технологической машины на рынке оборудования с позиции покупателя // Вестник НГУЭУ. 2019. № 1. С. 240–246.
13. *Пименов Н.А.* Управление финансовыми рисками в системе экономической безопасности: учебник и практикум / под общ. ред. В.И. Авдийского. М.: Изд-во «Юрайт», 2016. 413 с.
14. *Подиновский В.В., Ногин В.Д.* Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982. 256 с.
15. *Разомасова Е.А.* Тенденции развития сферы потребительских услуг в крупном городе с учетом фактических предпринимательских рисков // Мир новой экономики. 2017. № 1. С. 78–85.
16. *Рыжков О.Ю., Глинский В.В.* Оценка уровня риска с применением теории обобщенных актуарных расчетов // Вопросы статистики. 2019. Т. 26. № 2. С. 18–26.
17. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. М.: Изд-во «Юрайт», 2019. 343 с.
18. *Торосян Е.К., Сажнева Л.П., Зарубина Ж.Н.* Основы предпринимательской деятельности. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 130 с.

### Bibliography

1. *Avdijskij V.I., Bezdenezhnyh V.N.* Riski hozjajstvujushhh sub#ektov: teoreticheskie osnovy, metodologii analiza, prognozirovanie i upravlenie: ucheb. posobie. M.: Al'fa-M: NIC INFRA-M, 2013. 368 p.
2. *Basynja E.A., Hicenko V.E., Rudkovskij A.A.* Metod identifikacii kiberprestupnikov, ispol'zujushhh instrumenty setevogo analiza informacionnyh sistem s primeneniem tehnologij anonimizacii // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravlenija i radiojelektroniki. 2019. T. 22. № 2. P. 45–51.
3. *Vermishev Ju.H.* Metody avtomaticheskogo poiska reshenija pri proektirovanii slozhnyh tehniceskikh sistem. M.: Radio i svjaz', 1982. 152 p.

4. *Il'inyh S.A.* Risk v kontekste sociologii upravljenija // *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke.* 2017. T. 19. № 11. P. 267–271.
5. *Kovalev V.A.* Vybory parametrov i sintez sistemy tiporazmerov shvejnyh mashin avtomaticheskogo dejstvija dlja obuvnogo proizvodstva: dis. ... kand. tehn. nauk. M.: MTILP, 1984.
6. *Kovalev V.A.* Formalizacija zadach prinjatija odnokratnyh reshenij pri riske // *Filosofija nauki i tehniki: tezisy i materialy mezhvuzovskoj nauchnoj konferencii.* Novosibirsk: Novosib. gos. akad. vod. transporta, 2008. P. 132–135.
7. *Lapusta M.G., Sharshukova L.G.* Riski v predprinimatel'skoj dejatel'nosti. M.: Infra-M, 2003. 251 p.
8. *Makarov I.M., Vinogradskaja T.M., Rubchinskij A.A., Sokolov V.B.* Teorija vybora i prinjatija reshenij. M.: Nauka, 1982. 328 p.
9. *Minat V.N.* Finansovaja sreda predprinimatel'stva i predprinimatel'skie riski: uchebnoe posobie dlja vuzov. M.: Izdatel'stvo «Jekzamen», 2006. 189 p.
10. *Mushik Je., Mjuller P.* Metody prinjatija tehniceskikh reshenij. M.: Mir, 1990. 208 p.
11. *Nejman Dzh. fon, Morgenshtern O.* Teorija igr i jekonomicheskoe povedenie. M.: Nauka, 1970. 708 p.
12. *Pestunov A.I., Kovalev V.A.* Opredelenie kriticheskoj ceny prodazhi tehnologicheskoy mashiny na rynke oborudovanija s pozicij pokupatelja // *Vestnik NGUJeU.* 2019. № 1. P. 240–246.
13. *Pimenov N.A.* Upravlenie finansovymi riskami v sisteme jekonomicheskoy bezopasnosti: uchebnik i praktikum / pod obshh. red. V.I. Avdijskogo. M.: Izd-vo «Jurajt», 2016. 413 p.
14. *Podinovskij V.V., Nogin V.D.* Pareto-optimal'nye reshenija mnogokriterial'nyh zadach. M.: Nauka, 1982. 256 p.
15. *Razomasova E.A.* Tendencii razvitija sfery potrebitel'skih uslug v krupnom gorode s uchetom fakticheskikh predprinimatel'skih riskov // *Mir novoj jekonomiki.* 2017. № 1. P. 78–85.
16. *Ryzhkov O.Ju., Glinskij V.V.* Ocenka urovnja riska s primeneniem teorii obobshhennyh aktuarnyh raschetov // *Voprosy statistiki.* 2019. T. 26. № 2. P. 18–26.
17. *Sovetov B.Ja., Jakovlev S.A.* Modelirovanie sistem. M.: Izd-vo «Jurajt», 2019. 343 p.
18. *Torosjan E.K., Sazhneva L.P., Zarubina Zh.N.* Osnovy predprinimatel'skoj dejatel'nosti. SPb.: Universitet ITMO, 2016. 130 p.