

УДК 658.012.23

Т.И. Бондарева<sup>1</sup>, И.В. Власенко<sup>2</sup>, И.Н. Майборода<sup>3</sup><sup>1</sup>Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков<sup>2</sup>Харьковский национальный экономический университет<sup>3</sup>Харьковская академия внутренних войск МВД Украины

## КЛАССИФИКАТОР МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

*Предложен подход к классификации методов анализа и оценки проектных рисков, основанный на учете полноты информации, имеющейся у лица, принимающего решение.*

*методы анализа и оценки проектных рисков*

### Введение

**Постановка задачи.** Принятие решений в условиях неопределенности и порождаемого ею риска характеризуется тем, что невозможно однозначно предвидеть их последствия. В этом случае варианты любой деятельности являются вариантами с различным по величине уровнем ожидаемой прибыли (убытков) и характеризуются различной вероятностью того, что этот исход будет достигнут именно на данном уровне. Такая неуверенность приводит к тому, что исход дела становится случайной величиной, которую можно максимизировать (если речь идет о прибыли) или минимизировать (если говорить об убытках) только при условии принятия ряда гипотез, а также в зависимости от степени склонности к риску лица, принимающего решение [1, 2].

Задачи управления в условиях неопределенности достаточно многообразны вследствие большого круга их практического применения. Это многообразие определяет сочетание различных признаков, по которым можно классифицировать риски. Таким образом, встает вопрос о создании принципиально новой классификации рисков, которая отвечала бы следующим требованиям:

- достаточно полно отображала многообразие существующих видов рисков;
- имела четко выраженные границы разделов;
- давала возможность четко следовать классификационным признакам при идентификации рисков;
- наглядно представляла математический аппарат, используемый для анализа и оценки конкретного вида риска.

Первым шагом к созданию такой классификации является разработка классификатора моделей и методов анализа и оценки рисков. **Целью статьи** является создание классификатора моделей и методов анализа и оценки рисков.

**Анализ публикаций.** Эффективность процесса управления риском во многом определяется идентификацией его местоположения в общей системе

классификации, поскольку на практике очень важно как можно точнее и в кратчайшие сроки определить наступление рискового события. Это дает возможность более эффективно применять соответствующие мероприятия по локализации и снижению степени риска.

С этой целью в настоящее время разработано достаточно большое количество схем классификации рисков, учитывающих как общие характеристики риска, так и более детальное его представление [1 – 4]. Однако существующие классификации определяются целью, сформулированной авторским классификационным признаком, и не могут быть всеобъемлющими. Именно поэтому некоторые из представленных в литературе классификаций являются несколько размытыми: во-первых, позиции между некоторыми из их разделов весьма условны, во-вторых, не всегда соблюдается четкость в следовании отдельному классификационному признаку при идентификации того или иного вида риска (описывается не сам риск, а причина его возникновения или возможные последствия). Другие существующие подходы к классификации рисков либо слишком лаконичны, либо повторяют рассмотренные ранее, но недостаточно полно отображают многообразие существующих рисков.

### Основной материал

**Неопределенность как основной источник риска.** Итак, с общесистемной точки зрения риск вплотную связан с неопределенностью. Количественно измеряя неопределенность, можно той же мерой оценивать степень риска, и наоборот [2]. Если бы было все ясно и известно заранее, то ни о каком риске не было бы и речи, так как не существовало бы ни одной возможности альтернативного развития событий.

Основное назначение анализа риска состоит в том, чтобы обеспечить лицо, принимающее решение, необходимой информацией. Таким образом, управляющим фактором является информация, а точнее информационная ситуация, определяемая как некоторый уровень градации неопределенности окружающей среды в одном из возможных состояний

заданного множества, которой владеет субъект управления в момент принятия решения (рис. 1) [5].

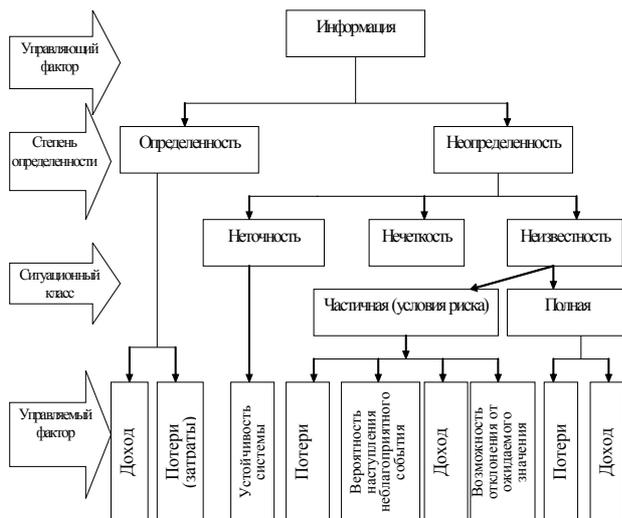


Рис. 1. Классификация моделей и методов анализа и оценки рисков

В общем случае можно выделить два вида информационной ситуации – определенность и неопределенность. Ситуацию *определенности* можно интерпретировать как выбор решений в условиях, когда относительно каждого действия известно, что оно обязательно приводит к некоторому конкретному исходу. Так как основными количественными характеристиками риска являются вероятность наступления неблагоприятного события и возможный ущерб, то в случае полной определенности риск можно оценить только с точки зрения возможных убытков или затрат.

**Неопределенность** – фундаментальная характеристика недостаточной обеспеченности процесса принятия решений необходимой информацией касательно некоторой проблемной ситуации. Неопределенность можно трактовать как недостоверность (неточность), неоднозначность (нечеткость) и неизвестность [4].

**Недостоверность** говорит о наличии фиктивных данных, т.е. таких, которые реально не отображают проблемную ситуацию. Оценить недостоверность можно, определив степень чувствительности показателя к влиянию непредвиденных факторов внешней и внутренней среды [6].

На практике часто возникают проблемы принятия решений в условиях неопределенности, обусловленные не концепцией случайности, а являющиеся следствием нечеткости суждений и описываемых размытыми (нечеткими) множествами. **Нечеткость** предусматривает наличие коридора значений прогнозируемых параметров. Для оценки степени риска применяют методы теории нечетких множеств, позволяющие оценить ущерб с точки зрения косвенных затрат, уровень которых значительно превышает размер прямых затрат [2, 6].

Следующим видом неопределенности является **неизвестность**, характеризующая ситуацию, в ко-

торой можно представить исходы в виде точечных оценок с определенной долей вероятности. Ситуацию неизвестности можно разделить на два вида: полная неопределенность и частичная. Полная неопределенность характеризуется тем, что то или иное действие имеет своим следствием множество исходов, причем вероятности их наступления неизвестны. При частичной неопределенности имеется возможность получения информации на основе статистического эксперимента, при котором вычисляется распределение вероятностей возможных состояний исходов.

Необходимо также отметить, что неизвестность можно определить и с точки зрения выбора в условиях конкуренции, т.к. в экономической системе ни один из хозяйствующих субъектов не знает, какое решение примут остальные. Более того, неопределенность может возникнуть даже при явно однозначном выборе, в том случае, если решение принимается, когда состояние внешней среды непредсказуемо или быстро меняется.

**Классификация моделей и методов анализа и оценки рисков.** Рассмотрим более подробно ситуацию определенности. В данном случае управляемым элементом выступают затраты или потери вследствие наступления неблагоприятных событий, т.е. принятие решений происходит на основании оценки уровня риска потерь либо оценки целесообразности затрат. Для этого используют аналитические и статистические методы, причем возможно получение как абсолютного, так и относительного значения результата (рис. 2).

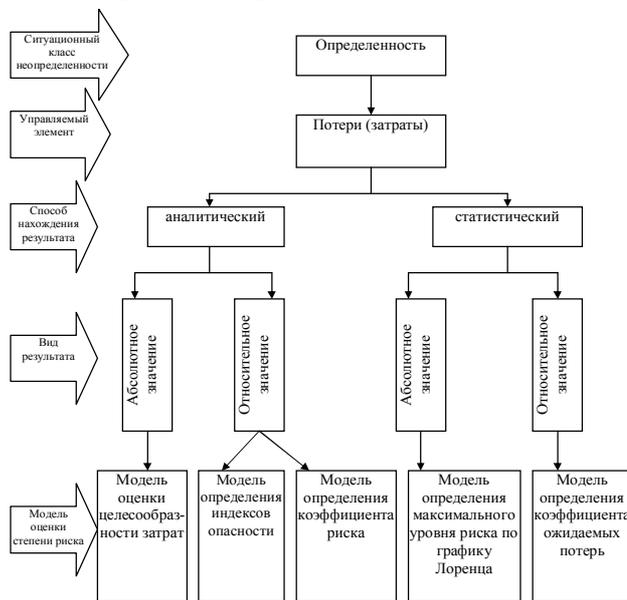


Рис. 2. Модели анализа и оценки риска в условиях определенности

Абсолютное значение степени риска можно получить с помощью модели оценки целесообразности затрат, которая позволяет найти показатели финансового состояния проекта и построить их кривую и кривую риска. При этом абсолютные показатели

финансовой устойчивости, которые включают в себя состояние запасов и затрат, равны возможным потерям в области риска [4].

Аналитическими методами оценки степени риска, дающими результат в относительном виде, являются методы определения индексов опасности и коэффициента риска.

Методы индексов опасности пригодны при оценке потенциальной опасности, если требуется оценить риск интегрально, не вдаваясь в детали процесса реализации проекта. Основная идея – оценить некоторым числовым значением (индексом) степень опасности рассматриваемого проекта, что позволит осуществлять постоянный оперативный контроль за уровнем безопасности, и принимать соответствующие меры по его снижению [7].

Коэффициент риска находится как отношение максимально возможного объема убытков к объему собственных средств.

Среди статистических методов оценки уровня риска в условиях определенности выделим модель определения максимального уровня риска с помощью графика Лоренца и модель определения коэффициента ожидаемых потерь.

В модели, использующей график Лоренца, уровень риска определяется по частоте возникновения потерь. Для определения уровня риска строится квадрат со сторонами  $100 \times 100$  ед. По горизонтальной оси откладываются равные отрезки по количеству зон, по вертикальной – нарастающим кумулятивным итогом наносится частота возникающих потерь. По степени кривизны линии Лоренца можно судить об уровне риска в различные периоды функционирования проекта [3].

В относительном выражении с помощью статистических методов уровень риска можно оценить с помощью коэффициента ожидаемых убытков. Он учитывает объем ожидаемых убытков по отношению к сумме абсолютных значений ожидаемых доходов и потерь [4].

Основным достоинством моделей и методов оценки риска в условиях определенности является их понятность, простота и удобство в применении на практике для конкретных проектов. Однако условие определенности информации соблюдается очень редко, не всегда существует единственный вариант исхода какого-либо события. Чаще распространена ситуация, когда определенные действия ведут к нескольким результатам и известны либо можно рассчитать вероятности их наступления.

Если имеет место неточность исходной информации, то в этом случае неопределенность можно интерпретировать как степень чувствительности показателя к влиянию непредвиденных факторов внешней и внутренней среды.

Исследование чувствительности состоит в анализе уязвимости, степени изменяемости результативных показателей по отношению к варьированию

параметров моделей (распределению вероятностей, областей изменения тех или иных величин и др.) Результаты анализа отражают степень достоверности полученных результатов. В качестве показателя чувствительности используют показатели эластичности [5].

Эластичность – это мера реагирования одной переменной величины на изменения другой, а коэффициент эластичности – это число, показывающее процентное изменение функции в результате однопроцентного изменения аргумента.

Если эффективность проекта можно задать показателем  $y$  в виде действительной функции от  $n$  факторов (аргументов), т.е. представить в виде функции

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

которая определена в области значений этих аргументов, то коэффициент эластичности этой функции к переменной  $x_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ , определяется по формуле [4, 6]

$$\varepsilon_j = \frac{\Delta y}{y} : \frac{\Delta x_j}{x_j} = \frac{\Delta y}{\Delta x_j} \cdot \frac{x_j}{y}.$$

Если функция  $y = f(x)$  непрерывна и дифференцирована в заданной области значений аргументов, то коэффициентом эластичности будет величина:

$$\varepsilon_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \cdot \frac{x_j}{y}.$$

Преимущество коэффициента эластичности заключается в том, что его величина не зависит от выбора единиц измерения различных факторов. Чем большим будет его значение, тем выше степень чувствительности, а значит и риск по поводу изменения определенного фактора, от которого зависит этот показатель.

Однако статистический способ получения количественных значений параметров модели требует наличия значительного массива данных, которые не всегда имеются в распоряжении предпринимателя. Также сбор и обработка данных в некоторых случаях могут весьма дорого обходиться.

Для моделирования ситуаций полной неопределенности, когда вероятности возможных вариантов исходов неизвестны, чаще всего применяется теория игр, а точнее стратегические игры. В этом случае для принятия решения могут быть использованы критерии, выбор которых зависит от характера задачи, поставленных целей и ограничений, а также от склонности к риску лиц, принимающих решения.

К числу классических критериев, используемых в процессе принятия решений в условиях неопределенности, можно отнести: принцип недостаточного обоснования Лапласа, максиминный критерий Вальда, минимаксный критерий Севиджа, критерий обобщенного максимина (пессимизма - оптимизма) Гурвица [4].

Таким образом, в случае отсутствия информации о вероятностях состояний среды теория не дает



ный; пессимистичный. Каждому сценарию соответствуют: набор значений исходных переменных; рассчитанные значения показателей эффективности; вероятность наступления данного сценария, определяемая экспертным путем. В результате определяются значения показателей эффективности с учетом вероятности наступления каждого сценария и даются рекомендации о целесообразности реализации. Основным недостатком метода – анализ проводится только по одному показателю эффективности, наиболее ожидаемых сценариев может быть несколько, трудности учета большого количества исходных переменных.

Для задач принятия решений в условиях риска принцип оптимальности нередко строится в виде функции полезности. Полезность отражает степень удовлетворения, которое получает субъект в процессе употребления товара или выполнения какого-либо действий. Применяя различные функции полезности, можно описать различные варианты случайного события в виде ожидаемого значения такой функции. Естественно, подходы такого рода являются в большой степени субъективными, однако без этого нельзя обойтись при попытке ввести единую меру риска [6, 8].

В качестве нестохастических (игровых) моделей принятия решений в условиях риска можно назвать статистические и позиционные игровые модели. Они основаны на субъективно-объективном подходе к оценке вероятностей исходных событий.

Статистические игровые модели представляют собой игру двух лиц (человека и природы) с использованием человеком дополнительной статистической информации о состояниях природы [8, 9]. В статистической игре природа не является разумным игроком, который стремится выбрать для себя оптимальную стратегию. Следовательно, основными отличительными чертами статистической игры от стратегической являются:

– отсутствие стремления к выигрышу у игрока-природы, т.е. отсутствие антагонистического противника;

– возможность второго игрока – статистика провести статистический эксперимент для получения дополнительной информации о стратегиях природы.

В статистических решениях используются понятия: риск (функция риска), потери (функция потерь), решение (функция решения), функции распределения при определенных условиях. Более детально этот материал рассмотрен в работе [8].

Игровые позиционные модели применяют, если имеют место два или более последовательных множества решений, причем последующие решения основываются на результатах предыдущих и/или два или более состояний среды, т.е. появляется цепочка решений, вытекающих одно из другого, которые соответствуют событиям, происходящим с некоторой вероятностью.

Представителем позиционных игр является модель построения дерева решений. Дерево решений – это графическое изображение последовательности

решений и состояний среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний среды [9].

Метод построения деревьев событий – это графический способ прослеживания последовательности отдельных возможных инцидентов с оценкой вероятности каждого из промежуточных событий и вычисления суммарной вероятности конечного события, приводящего к убыткам. Дерево событий строится, начиная с заданных исходных событий. Затем прослеживаются возможные пути развития последствий этих событий по цепочке причинно-следственных связей в зависимости от отказа или срабатывания промежуточных звеньев системы.

Анализ риска может происходить и в обратную сторону – от известного последствия к возможным причинам. В этом случае получим одно главное событие у основания дерева и множество возможных причин в его кроне. Такой метод называется построением дерева отказов [7, 9].

К преимуществам описанных моделей можно отнести то, что они позволяют идентифицировать риски, присущие системе, и количественно их описать. К недостаткам следует отнести большие затраты времени на составление диаграмм деревьев. К тому же, если вероятность исходного или промежуточных событий оценены неправильно или неточно, то все последующие вычисления окажутся недостоверными. Для повышения достоверности оценки вероятности исходных событий используют прошлый опыт работы соответствующих систем, а также субъективную информацию о вероятности отказов того или иного оборудования от самих работников фирмы.

Модели оценки риска как меры отклонения фактического значения показателя от его прогнозируемого значения в полном объеме описаны в [6].

## Выводы

Предложенный классификатор моделей анализа и оценки рисков позволяет подобрать оптимальный математический аппарат для оценки проектных рисков в зависимости от полноты информации, имеющейся у лица, принимающего решение. Данный классификатор охватывает модели, учитывающие только динамический риск. Статический риск существует всегда, и бороться с ним нет смысла, его можно только учитывать в процессе принятия решений. Динамический же риск возникает в процессе любой деятельности, в частности, в управлении проектами. Его можно спрогнозировать, оценить и управлять им.

Одним из **направлений дальнейших исследований** является интегрирование предложенного классификатора моделей анализа и оценки рисков в классификатор проектных рисков.

Исследования, положенные в основу данной статьи, проводились под руководством доктора технических наук, профессора Жихарева Владимира Яковлевича.

## **Список литературы**

1. Лапуста М.Г., Шаришуква Л.Г. *Риски в предпринимательской деятельности*. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 224 с.
2. Тэпман Л.Н. *Риски в экономике: Уч. пособие для вузов* / Под. ред. проф. В.А. Швандара. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 380 с.
3. Грачева М.В. *Анализ проектных рисков: Уч. пособие для вузов*. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 1999. – 126 с.
4. Вітлінський В.В. *Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком*. – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.
5. Мелешенко С.Ю., Бондарева Т.І., Кононенко А.В. *Класифікація ризиків при плануванні проектів управління екологічною безпекою регіонів // Труды Междунар. науч.-практ. конф. "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою регіонів, природокористуванням заходами у надзвичайних ситуаціях"*. – Х., 2003. – С. 92-93.
6. Устенко О.Л. *Теория экономического риска. Монография*. – К.: МАУП, 1997. – 164 с.
7. Прыкин Б.В. *Технико-экономический анализ производства*. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 399 с.
8. Хохлов Н.В. *Управление риском: Учеб. пособие*. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 239 с.
9. Дубров А.М., Лагоша Б.А. *Моделирование рисков ситуаций в экономике и бизнесе: Учеб. пособие*. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 224 с.

*Поступила в редколлегию 11.05.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. М.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков.