

## РИСК: ОЦЕНКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ\*

*В.С. Диев*

Принципиальное различие между неопределенностью и риском заключается в том, что в условиях риска существует количественная оценка вероятности реализации возможных событий. Риск является следствием решения и всегда связан с субъектом. Это интегральная характеристика, сочетающая в себе оценки как вероятностей реализации решения, так и его последствий. В статье рассмотрены различные модели принятия решений в условиях риска.

**Ключевые слова:** риск, вероятность, принятие решений, модель, полезность, ценность

В современном мире ситуация риска является атрибутом повседневности и затрагивает каждого человека. У. Бек в своей знаменитой книге пишет о том, что сегодня общественное производство богатства систематически сопровождается общественным производством риска [1]. Замечу, что проблематика риска вовсе не нова. Уже несколько веков в различных сферах человеческой деятельности – предпринимательстве, мореплавании, банковском деле и др. оцениваются риски, при этом каждая эпоха вносит в жизнедеятельность человека новые риски. Наше время можно характеризовать наличием двух тенденций: с одной стороны, снижается общая рискованность определенных сфер и форм жизни, а с другой – появляются новые риски, которых раньше просто не существовало. Термин «риск» сегодня используется во многих естественных, технических и социальных науках. За последние десятилетия объем публикаций по проблемам риска растет с огромной скоростью. Например, в социальных науках считается, что «поворот к риску» был осуществлен в 90-е годы XX в. благодаря работам Э. Гидденса, У. Бека, Н. Лумана. Активное обращение к проблематике риска в широком спектре научных дисциплин говорит

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 10-03-00727-а).

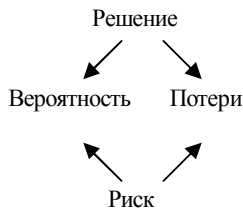
о том, что эти вопросы весьма важны как для жизни современного общества, так и для теоретического знания.

Вместе с тем пока не существует общепринятого определения риска, что приводит порой к тому, что представители различных наук просто не понимают друг друга, хотя вроде бы обсуждают один феномен. Ряд авторов используют термин «риск», не давая ему никакого определения вообще. Отмечу также, что понятие «риск» часто подменяют понятием «неопределенность». Так, с началом реформирования российской экономики появилось множество статей и книг, особенно по социально-экономической проблематике, авторы которых не слишком утруждали себя точным определением понятий «риск» и «неопределенность», чем немало способствовали их смешению. Хотя еще в 1921 г. американский экономист Ф. Найт впервые ввел различие между понятиями «неопределенность» и «риск», при этом он специально подчеркивал принципиальную измеримость риска и характеризовал его как «измеримую неопределенность» в отличие от собственно неопределенности, которая подразумевает невозможность измерения, в частности в отношении будущих событий. Ф. Найт отмечал, что слово «риск» употребляют весьма вольно: им называют неопределенность любого вида, связанную с непредвиденными обстоятельствами неблагоприятного толка: термин же «неопределенность» может подразумевать благоприятный исход. То есть «мы говорим о риске убытков и о неопределенности выигрыша» [2]. Главное и принципиальное различие между понятиями риска и неопределенности, согласно Ф. Найту, заключается в том, что в одних случаях «риск» означает некое количество, доступное измерению, тогда как в других случаях это нечто совсем иного рода [3].

К сожалению, в философской литературе также бывает трудно найти приемлемое определение риска. Например, в монографии «Общество риска и человек: онтологический и ценностные аспекты» дана такая дефиниция: «Риск – это исторически и социально заданная форма проблематизации будущего, выражающая соответствие между актуальным настоящим и неопределенным будущим в сознании личности, социокультурный смысл которой определяется внутренней сложностью общества и способностью человека формулировать и решать все более сложные задачи» [4]. Там же можно встретить и такое определение: «Риск и опасность – категории, относящиеся к концептуализации возможных понятий в неопределенном будущем» [5]. Хотя кому-то эти дефиниции и могут показаться весьма «философичными», однако, на мой взгляд, они не дают никакого представления о том, что же такое риск.

Возможность количественно оценить вероятность реализации потенциальных событий позволяет концептуально различать ситуации риска и ситуации неопределенности [6]. В условиях риска существует количественная оценка последствий принимаемых решений, чего нельзя сделать в ситуации неопределенности, и это является ключевым фактором, различающим риск и неопределенность. Для описания риска требуется совокупность понятий: <субъект, решение, вероятность, потери>. Риск является следствием решения и всегда связан с субъектом, поэтому нельзя говорить о риске вне субъекта. Кто-то может заметить, что субъект имплицитно присутствует в решении и поэтому не требуется его специально выделять. Ведь не может быть решения без субъекта. Однако субъект не только принимает решение, но и оценивает как вероятности возможных событий, так и связанные с ними потери. Легко представить ситуацию, когда два человека принимают одинаковые решения, но риск, связанный с реализацией этих решений, они оценивают совершенно по-разному.

Основные взаимосвязи в ситуации риска показаны на схеме.



Основные взаимосвязи в ситуации риска

Рискуя, субъект выбирает альтернативу, являющуюся результатом принятого им решения, хотя возможный результат в точности ему не известен. Без принятия решения не возникнет и рискованная ситуация, а следовательно, не будет и риска. Без решения нет риска! Ключевым здесь является вопрос об измерении риска, поскольку нельзя осуществлять рациональный выбор из возможных линий поведения, пока риск не оценен. Подчеркну, что *риск является интегральной характеристикой*, сочетающей в себе оценки как вероятностей реализации решения, так и его последствий.

Самым простым способом, позволяющим учитывать и вероятности возможных событий, и связанные с ними последствия (потери, ущерб, выигрыш), является перемножение вероятности возможного события на

его результат, выраженный в количественных характеристиках. На языке теории вероятностей это произведение называется математическим ожиданием возможного случайного события. Именно так стали оценивать риск в азартных играх, когда математическая теория вероятностей только зарождалась. Необходимо отметить, что и сегодня этот метод является самым распространенным при оценке рисков в различных отраслях человеческой деятельности начиная от экономических оценок и заканчивая оценками природного и техногенного риска. Проблемы, связанные с использованием этого метода интеграции оценок вероятности и последствий решений рассмотрим чуть позже, а сейчас отмечу, что для оценки риска сначала необходимо «измерить» неопределенность, возникающую в результате принятия решений субъектом, т.е. определить вероятность возможных событий и дать ее количественную характеристику.

В истории философии и науки проблема неопределенности исследовалась довольно активно, но в основном эти исследования были посвящены выяснению вопроса о том, является ли неопределенность субъективной или объективной характеристикой бытия. Согласно первому подходу, неопределенность – это состояние ума субъекта или уровень его знаний о конкретной ситуации. Хотя уровень знаний о конкретной ситуации не является независимым от самой ситуации, тем не менее, неопределенность есть атрибут не ситуации, а знания субъекта о ней. Согласно второму подходу, неопределенность носит независимый, объективный характер по отношению к человеку. Первоисточником объективной неопределенности, заключенной в основах материи, является мир элементарных частиц.

Принцип неопределенности В. Гейзенберга является фундаментальным положением квантовой механики, согласно которому для любой частицы наблюдатель не может одновременно измерить координаты и импульс; то же относится и к другим парам так называемых канонически сопряженных величин (энергия и время, момент количества движения и угол). Отмечу, что принцип неопределенности связывает не только пространственные координаты и импульс, – на этом примере он просто проявляется нагляднее всего. В равной мере неопределенность связывает и другие пары канонически сопряженных характеристик микрочастиц. Главным в соотношении Гейзенберга является взаимодействие между частицей – объектом измерения и инструментом измерения, влияющим на его результаты, при этом принцип неопределенности действует объективно и не зависит от присутствия разумного наблюдателя, который проводит измерения.

Доказательство существования объективной случайности относится к началу XX в., и в этом вопросе мне хотелось бы сослаться на авторитетное мнение М. Смолуховского, который вместе с А. Эйнштейном является создателем теории броуновского движения. В своей статье «О понятии случайности и происхождении законов вероятностей в физике» он приводит наглядный пример, демонстрирующий наличие объективной случайности в природе: «Для того чтобы сделать еще более ясными законы физической случайности и понятие объективной, совершенно независимой от человеческого познания вероятности, рассмотрим... еще одно явление, которое может считаться наиболее совершенным типом того, что мы назвали “случайным”, а именно, радиоактивный распад атома. Как известно, с течением времени атомы радия претерпевают превращение, выбрасывая каждый  $\alpha$ -частицу и превращаясь в атомы эманации; при этом в атомах радия не наблюдается ни малейшей прогрессивной эволюции по образцу старения организма. Когда произвольный атом, за которым мы наблюдаем, испытывает превращение, – дело абсолютной случайности. На превращение мы не можем повлиять никакими средствами и не можем его заранее предсказать» [7].

Полагаю, что к одному из достижений науки XX в. можно отнести доказательство того, что существуют объективная неопределенность и случайность, не зависящие от субъекта. Таким образом, неопределенность и случайность далеко не всегда являются следствиями нашего незнания. Это положение имеет важное методологическое значение для понимания феномена риска.

Численные оценки вероятностей даются в рамках математической теории вероятностей. Исторически первым в математике сложилось так называемое «классическое» определение вероятности. Известно, что П. Лаплас, следуя Я. Бернулли, определял вероятность как отношение числа благоприятных данному событию случаев к числу всех равновероятных случаев. Это определение вероятности впоследствии было вытеснено частотным, или статистическим. Согласно статистической интерпретации вероятность, по существу, отождествляется с относительной частотой массового случайного события при достаточно длительных испытаниях. С этой точки зрения никакое индивидуальное событие не обладает частотой, а потому нет смысла говорить о его вероятности. Поэтому статистическая вероятность может быть использована только для количественной оценки таких альтернатив, для которых существует статистическая информация.

В настоящее время теория вероятностей является сформировавшейся научной дисциплиной, и наиболее распространено аксиоматическое определение вероятности, предложенное А.Н. Колмогоровым в 20-е годы прошлого столетия. «Первым весьма значительным фактом, который мы должны взять в расчет, является существование математической теории вероятности», – отмечает Б. Рассел [8]. Среди математиков, занимающихся этой теорией, пишет он далее, существует весьма полное согласие в отношении всего того, что может быть выражено в математических символах, но вместе с тем совершенно отсутствует согласие в отношении интерпретации математических формул. При таких обстоятельствах самым простым путем являются перечисление аксиом, из которых эта теория может быть выведена, и принятие решения, что любое понятие, удовлетворяющее требованиям этих аксиом, имеет с математической точки зрения одинаковое с другими понятиями право называться словом «вероятность». «Если имеется много таких понятий и если мы решаем сделать выбор среди них, то мотивы нашего выбора должны лежать вне математики», – подводит итог своим рассуждениям Б. Рассел [9].

Сегодня существует достаточно много различных концепций вероятности, они принадлежат Р. Мизесу, Х. Рейхенбаху, Дж. Кейнсу, Ф. Рамсею, А. Вальду, Б. де Финетти, Р. Карнапу, Л. Сэвиджу и ряду других авторов. Так, Дж. Кейнс считал, что вероятность выражает рациональную степень уверенности, которая устанавливает логическую связь между набором суждений (принимаемых как исходные гипотезы) и некоторым утверждением (принимаемым за вывод). Для Ф. Рамсея вероятность выражает субъективную степень уверенности, имеющую операционное значение в смысле желательности действовать или избежать риска. Согласно Б. де Финетти, степени уверенности индивидуума, или его субъективные вероятностные оценки, должны удовлетворять обычным законам вероятностей.

В персоналистской интерпретации, разработанной Л. Сэвиджем, вероятность есть степень уверенности идеального, т.е. рационального лица, которое при принятии решений поступает согласно аксиомам теории вероятностей. На первый взгляд может показаться, что эта субъективная вероятность представляет собой ничем не обоснованную веру субъекта, его чисто произвольное мнение. Однако это не так. Во-первых, хотя вероятности и устанавливаются самим субъектом, они должны быть когерентными между собой. Для такой когерентности требуется, чтобы они удовлетворяли аксиомам теории вероятностей. Во-вторых, поскольку

степень вероятности связывается с предпочтениями, целями и желаниями субъекта, постольку они, так или иначе, определяются эффективностью его действий. Чтобы действовать успешно, субъект должен в своей оценке вероятности приблизительно верно отобразить реальную ситуацию. Требование когерентности вероятностей показывает, чем субъективная интерпретация принципиально отличается от веры субъекта в то или иное событие.

Надо заметить, что достаточно долгое время в советской специальной литературе субъективная трактовка вероятности отвергалась. Хотя само понятие субъективной вероятности никоим образом не подрывает материалистические идеи, а тот, кто им пользуется, вовсе не призывает к признанию субъективистских мировоззренческих концепций. Более того, нетрудно показать, что использование понятия субъективной вероятности является заведомо материалистическим подходом к анализу процессов познания.

Замечу, что оценка вероятностей возможных последствий выбранных вариантов действий – достаточно сложная задача, для выполнения которой необходимы определенные методологические основания. В самом общем случае рискованная ситуация может иметь несколько модификаций:

- существуют объективные вероятности предполагаемого результата;
- вероятности наступления ожидаемого результата могут быть получены только на основе субъективных оценок;
- в процессе выбора и реализации альтернатив имеются как объективные, так и субъективные вероятности.

Особую роль в задачах по оценке риска играет байесовский подход, позволяющий пересматривать оценки вероятностей случайных событий с появлением новой информации. Формула Байеса связывает между собой условные и безусловные вероятности событий  $A$  и  $B$ :

$$P(A/B) = [P(B/A) \cdot P(A)]/P(B)$$

Согласно этой формуле апостериорная вероятность гипотезы, т.е. вероятность ее после получения эмпирической информации, существенным образом зависит как от вероятности этой информации, так и от ее правдоподобия при данной гипотезе. Даже с точки зрения обычного здравого смысла совершенно естественно, что по мере накопления информации человек должен приписывать все меньший вес своим перво-

начальным мнениям и все больший – поступающим фактическим данным. Байесовский подход обеспечивает корректировку суждений и принятия решений по мере накопления опыта, при этом он дает формальный механизм учета таких предпочтений и весов, а не перекладывает оценку их значимости и последствий на человека, вооруженного лишь собственной интуицией. Очень важно, что байесовский подход «работает» в рамках различных интерпретаций вероятности.

Таким образом, одна из интегральных составляющих риска может быть измерена с использованием математического аппарата вероятностных оценок. А как и в каких единицах оценивать последствия будущих событий? Риск чаще всего связывают с возможной неудачей. В то же время риск понимается и как деятельность, совершаемая в надежде на успех. Все-таки, что требуется оценивать субъекту, принимая решения: возможный выигрыш или потери?

Рассмотрим несколько простых, но очень важных в концептуальном плане примеров. Вам предлагается сыграть в игру, где с вероятностью 0.5 вы получаете 1000 рублей и с вероятностью 0.5 – 1000 рублей проигрываете. Для наглядности эту игру можно представить как подбрасывание монеты, когда выпадение «орла» приносит вам 1000 рублей, а выпадение «решки» делает вас на 1000 рублей беднее. Есть ли в этой игре риск? Да, и он очевиден. Теперь модифицируем игру: с вероятностью 0.5 вы получаете 1000 рублей, а с вероятностью 0.5 – 0 рублей, т.е. ничего не проигрываете. А есть ли риск в этой игре? Кто-то может сказать, что игра беспроигрышная и риска здесь нет. На самом деле это не так. Например, выпала «решка» и вы ничего не получаете, а могли бы выиграть 1000 рублей, таким образом, налицо упущенная выгода! Эта задача становится намного сложнее и интереснее, когда вас просят оценить, сколько вы готовы заплатить за участие в этой беспроигрышной игре. Если следовать самой распространенной методологии, среднеожидаемый результат, или, более точно, математическое ожидание исходов в этой игре, равняется 500 рублей, что и является «справедливой» ценой игры. Теперь совершенно ясно, в чем состоит риск: вы заплатили за участие в игре 500 рублей и ничего не выиграли. Вместе с тем остается вопрос: приемлема ли эта плата за участие в игре для вас? Представляется, что при анализе и оценке рисков корректно говорить о возможных потерях. Такой подход позволяет рассматривать неполученный выигрыш как упущенную выгоду или как возможную потерю. В соответствии с этим подходом при игре в беспроигрышную лотерею потери – это невыпитое шампанское.



Для дальнейшего изложения потребуется ввести минимальные формальные обозначения. Прежде всего введем понятие лотереи. Пусть  $c_1, c_2, \dots, c_n$  – возможные выигрыши (они могут быть денежными или какими-то иными), соответствующие вероятности этих выигрышей равны  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , где все  $p_i \geq 0$  и  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ . Лотерея – это случайный меха-

низм, который дает в качестве исходов выигрыш  $c_1, c_2, \dots, c_n$  с соответствующими вероятностями  $p_1, p_2, \dots, p_n$ . Обозначается лотерея выражением  $(p_1, c_1; p_2, c_2, \dots, p_n, c_n)$ , истолковывается оно следующим образом: будет получен один и только один выигрыш, и вероятность того, что это будет  $c_i$ , равна  $p_i$ . Примером простейшей лотереи является рассмотренное ранее подбрасывание монеты, когда в случае выпадения «орла» вы получаете 1000 рублей, а в случае «решки» ничего не получаете, но и не теряете. Эта лотерея будет обозначаться как  $(0.5, 1000; 0.5, 0)$ , поскольку вероятность выпадения как «орла», так и «решки» равняется 0.5.

Совершенно естественно использовать деньги в качестве универсальной характеристики возможных результатов любой лотереи, так как они являются мерой стоимости товаров и услуг, играют роль всеобщего эквивалента, выражают стоимость всех других товаров и обмениваются на любой из них. Но оказывается, что подход, при котором «цена риска» исчисляется в деньгах, далеко не совершенен и приводит к парадоксу.

В 1738 г. Д. Бернулли опубликовал в «Известиях Императорской Санкт-Петербургской Академии наук» статью «Изложение новой теории об измерении риска», где сформулировал свой знаменитый санкт-петербургский парадокс. Д. Бернулли подвергает критике общепринятое предположение о том, что ожидаемое значение случайной величины вычисляется умножением всех возможных значений на число случаев, в которых эти значения могут иметь место, и делением суммы этих произведений на общее число случаев. Парадокс заключается в следующем: стандартную монету, характеризуемую тем свойством, что вероятность выпадения как «орла», так и «решки» равна 0.5, бросают до тех пор, пока не появится «орел». Игрок получает  $2^n$  рублей, если первое выпадение «орла» произойдет в  $n$ -м испытании. Вероятность этого события равна вероятности последовательных появлений «решки» в первых  $n - 1$  испытаниях и появления «орла» в  $n$  испытании, которая равна 0.5, умноженным само на себя  $n$  раз, т.е.  $(0.5)^n$ . Таким образом, игрок может получить 2 рубля с вероятностью 0.5, 4 рубля с вероятностью  $(0.5)^2$ , 8 рублей с вероятностью  $(0.5)^3$  и т.д. Тогда среднее значение выигрыша равно

$2 \times 0.5 + 4 \times (0.5)^2 + 8 \times (0.5)^3 + 16 \times (0.5)^4 + \dots = 1 + 1 + 1 + \dots$ , и эта сумма бесконечна. Отсюда следует, что за право участия в такой игре можно заплатить сколь угодно большую сумму. Предположение о подобном поведении явно неразумно! Как отметил Д. Бернулли, никто не будет руководствоваться средним денежным выигрышем.

Чтобы спасти принцип назначения цены игры в соответствии со средним выигрышем, Д. Бернулли предлагает изменить анализ следующим образом. Он выдвигает тезис о том, что ценность чего-либо должна иметь основанием не цену, а скорее полезность. Понятие полезности ассоциируется с пользой, желательностью или удовлетворением. Поэтому переменными, подлежащими усреднению, нужно считать не действительную денежную стоимость исходов, а внутреннюю стоимость их денежных значений. Разумно предположить, пишет Д. Бернулли, что внутренняя стоимость денег увеличивается с ростом суммы денег, но не линейно. Функцией с таким свойством является, например, логарифм. Таким образом, если полезность  $m$  рублей равна  $\lg m$ , то справедливой ценой будет не средний ожидаемый денежный выигрыш, а денежный эквивалент среднего значения полезности:

$$0.5 \lg 2 + (0.5)^2 \lg 4 + (0.5)^3 \lg 8 + (0.5)^4 \lg 16 + \dots = L.$$

Нетрудно показать, что эта сумма в пределе стремится к конечному значению  $L$ . Поэтому «справедливая денежная цена» участия в игре равна  $k$  рублям, где  $\lg k = L$ .

Основной же тезис Д. Бернулли заключается в том, что риск, воспринимаемый каждым по-своему, и оцениваться не может одинаково. При этом оценка полезности благ не является простой линейной функцией и зависит от человека, находящегося в рискованной ситуации. Таким образом, знания цены и вероятности не всегда достаточно для определения ценности исхода, поскольку полезность в каждом отдельном случае может зависеть от субъекта, делающего оценку. Каждый субъект имеет свою систему ценностей и реагирует на риск в соответствии с этой системой. Философско-методологическое значение парадокса Д. Бернулли состоит в том, что он первым показал, что оценка риска зависит от субъекта. При этом деньги, несмотря на всю их универсальность, не могут служить единым средством «измерения» человеческих предпочтений.

Потребовалось 200 лет после опубликования работы Д. Бернулли, чтобы в 40-е годы прошлого века его идеи получили дальнейшее развитие в теории полезности Дж. фон Неймана и О. Моргенштерна, позво-

ляющей находить оптимальные решения в условиях риска. Создатели теории полезности писали: «...Мы хотим найти математически полные принципы, которые определяют “рациональное поведение” для участников экономики общественного обмена и вывести из них общие характеристики такого поведения» [10]. В основании теории полезности лежит предположение о том, что целью всех участников экономической системы – как потребителей, так и предпринимателей – являются деньги. Все другие характеристики в этой модели предельно упрощены. Поэтому считается, что любой предприниматель, пытающийся получить максимум прибыли, действует «рациональным» образом.

Теория Неймана – Моргенштерна представляет собой аксиоматическую систему. Она состоит из совокупности аксиом, касающихся предпочтений лица, принимающего рациональные решения, и следствий, которые выводятся из этих аксиом. Такой подход предполагает наличие определенных постулатов рациональности. Согласно этим постулатам и требованиям логики ведется поиск наилучшего решения. Аксиоматическая теория полезности, как и всякая модель, использует упрощающие предположения и абстрагируется от ряда особенностей процесса принятия решений. При этом делается три общих допущения. Первое – это наличие четко сформулированной цели, подлежащей максимизации, и критерия ее достижения, четко сформулированного до начала процесса принятия решений. Второе допущение – наличие заданного перечня альтернативных путей достижения целей или же формализованного способа построения и перебора альтернатив. Третье допущение – возможность достаточно полной оценки последствий осуществления каждой из альтернатив как с точки зрения затрат различного рода ресурсов, так и с точки зрения соответствия или несоответствия рассматриваемой альтернативы поставленным ограничениям.

При формулировке аксиом теории полезности Неймана-Моргенштерна будем использовать следующие обозначения. Выражение  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  описывает множество исходов, при этом лишь немного потеряем в общности, если предположим, что оно конечно,  $x_i, x_j, x_k$  – элементы этого множества. Знак  $\mathbf{f}$  обозначает отношение предпочтения:  $x_i \mathbf{f} x_j$  означает, что для субъекта, принимающего решения, исход  $x_i$  предпочтительнее исхода  $x_j$ . Знак  $\sim$  обозначает отношение равноценности (индифферентности):  $x_i \sim x_j$  означает, что оба исхода одинаково привлекательны. Символом  $p$  обозначены вероятности исходов, принадлежащих к множеству  $X$ . Аксиомы теории полезности можно сформулировать следующим образом.

*Аксиома об упорядоченности исходов*

Произвольные исходы  $x_i$  и  $x_j$  из множества  $X$  удовлетворяют одному из трех соотношений:  $x_i \mathbf{f} x_j$ ;  $x_j \mathbf{f} x_i$ ;  $x_i \sim x_j$ .

Эта аксиома предполагает, что все исходы из множества  $X$  сравнимы и поэтому рационально действующий человек либо предпочитает один из двух исходов, либо считает их одинаковыми.

*Аксиома транзитивности*

Для произвольных исходов  $x_i, x_j, x_k$  в множестве  $X$ , если  $x_i \mathbf{f} x_j$  и  $x_j \mathbf{f} x_k$ , то  $x_i \mathbf{f} x_k$ .

Эта аксиома часто считается ключевым критерием рациональности действий.

*Аксиома подстановочности (принцип безразличия)*

Если между двумя исходами имеет место отношение индифферентности  $x_i \sim x_j$ , то замена одного исхода на другой не должна влиять на решение.

*Аксиома редукции сложных ставок*

В сложной лотерее один из исходов сам является лотереей ( $p', x_i, q', x_j$ ) и сложная лотерея может быть приведена к более простой:  $[p(p', x_i, q', x_j); q, x_j] \sim [pp', x_i; (1 - pp'), x_j]$ .

*Аксиома о вполне определенном исходе*

Если  $p > p'$ , то  $(p, x_i, q, x_j) \mathbf{f} (p', x_i, q', x_j)$ .

Эту аксиому иногда формулируют и в таком виде: если  $x_i \mathbf{f} x_j$  и  $0 < p < 1$ , то  $x_i \mathbf{f} (p, x_i, q, x_j) \mathbf{f} x_j$ .

*Аксиома непрерывности*

Если  $x_i \mathbf{f} x_j \mathbf{f} x_k$ , то существует такая вероятность  $p$ , что  $x_j \sim (p, x_i, q, x_k)$ .

Из системы аксиом Неймана – Моргенштерна вытекает ряд важных следствий, и прежде всего существование функции полезности  $u$ , которая определена на множестве исходов  $X$ , и обладает следующим свойством:  $u(x_i) > u(x_j)$  тогда и только тогда, когда  $x_i \mathbf{f} x_j$ .

Теория Неймана – Моргенштерна позволяет определить оптимальную стратегию (принцип, правило) выбора альтернативы в условиях риска. Но прежде чем описать эту стратегию, введем еще несколько понятий. Каждая альтернатива как распределение на множестве исходов

имеет ряд характеристик. Одна из них – ожидаемая ценность  $EV$ , которая служит критерием в методе ожидаемого среднего значения:

$$EV(a) = \sum_{i=1}^n p_i x_i .$$

Важнейшей же характеристикой является ожидаемая полезность  $EV$ :

$$EU(a) = \sum_{i=1}^n p_i u(x_i) .$$

Согласно теории полезности, рациональный индивид должен выбирать альтернативу, максимизирующую ожидаемую полезность  $EU(a)$ , т.е. альтернатива  $a_r$  оптимальна, если  $EU(a_r) \geq EU(a_i)$ , для всех  $i = 1, 2, \dots, m$  из множества альтернатив.

Нейман и Моргенштерн построили функцию полезности для каждого индивида, которая в некотором смысле представляет его выборы между лотереями, а ее среднее значение представляет полезность соответствующей игры. Схему рассуждений авторов теории полезности можно пояснить следующим образом. Пусть для индивида альтернатива  $A$  лучше  $B$ ,  $B$  лучше  $C$  и  $A$  лучше  $C$ . Наилучшими показателями его индивидуальных предпочтений могут быть любые три числа  $a$ ,  $b$  и  $c$ , каждое из которых меньше предыдущего. Поскольку мы допускаем лотерею, то спрашиваем индивида, что же он предпочитает: получение  $B$  наверняка или лотерею, имеющую исходом  $A$  или  $C$ , где вероятность исхода  $A$  равна  $p$ , а вероятность исхода  $C$  равна  $q = 1 - p$ . Разумно предположить, что если  $p$  достаточно близко к 1, то индивид предпочтет лотерею, если же  $p$  близко к 0, то он предпочтет получение  $B$  наверняка. При непрерывном изменении  $p$  от 1 до 0 предпочтение выбора лотереи должно перейти в предпочтение достоверного выбора. При этом идеализируется картина предпочтений предположении, что имеется только одна точка перехода от одного выбора к другому, причем оба выбора равноценны. В этой теории чрезвычайно важна предпосылка о том, что предпочтения индивида по отношению к альтернативам и лотереям предшествуют их численному описанию. То есть если индивид предпочел  $A$ , а не  $B$ , то отсюда следует, что  $A$  имеет большую полезность, чем  $B$ .

Хочу особо отметить, что функция полезности у каждого индивида своя, – достаточно вспомнить приведенный выше пример беспроигрышной лотереи: (0.5, 1000; 0.5, 0). Полагаю, что в такую лотерею согласился бы сыграть любой человек. Но ситуация кардинально меняется, когда

перед вами ставятся следующие вопросы: какую сумму вы готовы заплатить за участие в этой игре? если у вас есть билет этой лотереи, то, за сколько вы готовы его продать?

Подчеркну два принципиальных достижения теории полезности. Во-первых, она дала возможность ввести количественную оценку полезности, измерять ее на интервальной шкале, начало которой и единица измерения устанавливаются произвольно. Примером подобных шкал могут служить различные шкалы измерения температуры. В силу линейности функции полезности такая шкала сохраняет свои свойства после положительных линейных преобразований, поэтому ее можно нормировать, и в случае конечного множества исходов наименее предпочтительный исход имеет полезность 0, а наиболее предпочтительный – 1. Во-вторых, теория полезности позволила сформулировать оптимальные стратегии решения задач с риском. Создатели теории полезности рассматривали только объективные вероятности, а начиная с Л. Сэвиджа многие исследователи используют различные концепции субъективных вероятностей. Поэтому оптимальная стратегия выбора может быть основана на максимизации субъективно ожидаемой полезности.

Говоря о достижениях теории полезности, сразу хочу отметить, что она стала подвергаться обоснованной критике сразу же после своего появления, прежде всего с позиций поведенческих наук. Данные экспериментов и наблюдений убедительно свидетельствовали о том, что зачастую люди ведут себя вовсе не в соответствии с аксиомами теории полезности. Нередко их предпочтения не транзитивны, нарушается принцип безразличия, который предусматривает подстановочность равноценных альтернатив. Три наиболее известных критика этой теории были удостоены Премией им. А. Нобеля в области экономики: Г. Саймон, М. Алле, Д. Канеман (перечисляю их в порядке хронологии получения премий). Этот факт, на мой взгляд, говорит о большом теоретическом потенциале теории полезности.

Наиболее известным критиком теории полезности является Г. Саймон, который акцентировал внимание на таких факторах принятия решений, как восприятие и познание человеком проблемной ситуации, поскольку их игнорирование привело к неадекватности модели субъективно ожидаемой полезности в широком круге задач. Г. Саймон считал, что при описании процесса выбора надо исходить из того, что альтернативы не даны, а должны быть найдены, равно как и оценки возможных последствий. В качестве замены теории полезности он предложил теорию «ограниченной рациональности», в соответствии с которой ограни-

чения в познавательных возможностях человека заставляют его строить упрощенную модель мира, где он действует.

М. Алле принадлежит изящный пример, демонстрирующий один из парадоксов теории полезности, который сейчас носит его имя. На мой взгляд, этот парадокс очень важен для понимания любой математической модели принятия решений в условиях риска. Из аксиом теории полезности следует существование функции полезности, заданной на множестве исходов. В математике подобные утверждения называются теоремами существования. Доказано существование функции полезности для каждого субъекта, но в явном виде эта функция не задана. Парадокс Алле показывает, как реальное поведение людей приводит к формальному противоречию в теории полезности [11]. Рассмотрим этот парадокс, используя введенные обозначения и несколько модифицируя уже известный пример.

Предлагается выбор между двумя лотереями: первая –  $(1, 1000; 0, 0)$ , это вырожденная лотерея, в которой вы наверняка получаете 1000 рублей; вторая –  $(0.1, 5000; 0.89, 1000; 0.01, 0)$ , – это лотерея с тремя исходами. Множество исходов состоит из трех элементов: 0, 1000, 5000 – и на нем можно задать функцию полезности, при этом  $u(0) = 0$ ,  $u(5000) = 1$  и  $u(1000) = U$ . Поскольку подавляющее большинство людей предпочитают первую лотерею второй, ее полезность больше  $U > 0.1 \times 1 + 0.89 \times U$  или  $U > 10/11$ . Теперь сравним еще две лотереи с такими же исходами:  $(0.1, 5000; 0.9, 0)$  и  $(0.11, 1000; 0.89, 0)$ . В этом случае подавляющее большинство людей тоже предпочитают первую лотерею, и это абсолютно рационально, потому что вероятность выигрыша практически одинакова, зато сам выигрыш в пять раз больше. Снова сравним полезность лотерей:  $1 \times 0.1 > 0.11 \times U$ , откуда следует, что  $10/11 > U$ , и получаем противоречие!

Найти выход из этого парадокса удалось двум выдающимся психологам – А. Тверски и Д. Канеману, которые построили «теорию проспектов» (prospect theory). В 2002 г. Д. Канеман был удостоен Премии им. А. Нобеля «за интеграцию результатов психологических исследований в экономическую науку, прежде всего в области суждений и принятия решений в условиях неопределенности». Существенно, что создатели теории проспектов опирались на принципиально иные методологические основания, нежели Нейман и Моргенштерн. Если последние формулировали аксиомы рационального поведения исходя из самых общих априорных теоретических соображений, то психологи строили свою теорию, основываясь на эмпирически выявленных реальных особенностях пове-

дения людей в условиях риска.

Теория проспектов построена с учетом трех важнейших поведенческих эффектов, зафиксированных в многочисленных экспериментах и наблюдениях. *Эффект определенности* заключается в тенденции придавать больший вес детерминированным исходам. Вырожденная лотерея (1, 500; 0, 0), в которой вы наверняка получаете 500 рублей, выглядит намного предпочтительнее беспроигрышной, но все-таки лотереи – (0,5, 1000; 0,5, 0), в которой с вероятностью 0,5 вы можете выиграть 1000 рублей, но с такой же вероятностью можете и ничего не выиграть. *Эффект отражения* связан с тем, что если люди не склонны к риску при выигрыше, то идут на него при проигрышах. Лотерея (0,5, –1000; 0,5, 0), в которой вы с вероятностью 0,5 можете проиграть 1000 рублей и с такой же вероятностью можете ничего не проиграть, предпочтительнее вырожденной лотереи (1, –500; 0, 0), в которой вам наверняка нужно отдать 500 рублей. *Эффект изоляции* состоит в том, что люди стремятся упростить свой выбор за счет исключения общих компонентов вариантов решений.

Чтобы преодолеть противоречия теории полезности и учесть описанные выше эффекты, А. Тверски и Д. Канеман внесли два усовершенствования [12]. Во-первых, вместо вероятностей исходов они предложили использовать функцию от соответствующих вероятностей  $\pi(p)$ . Эта функция от вероятностей построена специально для учета поведенческих эффектов, и она не подчиняется законам теории вероятностей. Во-вторых, вместо полезности исходов  $u(x)$  используется функция ценности  $v(x)$ , которая является выпуклой для выигрышей и вогнутой для потерь, что означает несклонность к риску при выигрышах и допускает риск при проигрышах. Таким образом, в теории проспектов формула для ценности альтернативы выглядит следующим образом:

$$V(a) = \sum_{i=1}^n p(p_i)v(x_i).$$

Рациональный индивид выбирает ту альтернативу, которая имеет максимальную ценность. Такой подход позволяет избежать парадокса Алле.

Почему же возникают парадоксы при построении моделей рационального выбора в условиях риска? Потому что эти модели пытаются сделать универсальными, не зависящими от субъекта принятия решений [13]. Отсутствие субъекта в моделях принятия решений приводит к противоречиям, что наиболее ярко демонстрирует парадокс Бернул-



ли. Каждый субъект имеет свою систему целей, ценностей и оценок, и его поведение в условиях риска определяется именно этой системой, а не одинаковыми для всех логико-методологическими стандартами. В полной мере это замечание относится также к теории ожидаемой полезности и различным ее модификациям. Еще раз подчеркну, что *риск – интегральный показатель*, сочетающий в себе оценки как вероятностей реализации решения, так и количественных характеристик его последствий. Интеграцию этих оценок осуществляет субъект, причем вовсе не обязательно используя какой-то универсальный алгоритм или модель. Всякий субъект обладает собственной системой предпочтений, поэтому не существует универсального функционала, интегрирующего оценки вероятностей и последствий. В итоге субъект выбирает ту альтернативу, которая наиболее полно соответствует его целям, оценкам и системе ценностей. В то же время общие методологические подходы к выработке решений в условиях риска нужны, поскольку человек в такой ситуации хочет иметь рациональную основу для принятия благоразумных решений.

Проблема построения и применения универсальной модели заключается в том, насколько можно абстрагироваться от субъекта принятия решений при ее использовании, когда и при каких условиях это допустимо. При этом, как было показано на примере теории проспектов, вместо оценки вероятностей, как объективных, так и субъективных, может использоваться функция от вероятностей, которая не обязательно удовлетворяет аксиомам теории вероятностей. Также могут использоваться различные функции от характеристики результатов: полезность, ценность и т.п. Полагаю, что в основе методологического подхода к построению моделей принятия решений в условиях риска должно лежать концептуальное представление о том, что риск всегда связан с субъектом и решениями, которые тот принимает.

### Примечания

1. См.: Бек У. Общество риска: На пути к другому модерну. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
2. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль: Пер. с англ. – М.: Дело, 2003. – С. 225.
3. Там же. – С. 30
4. *Общество* риска и человек: онтологический и ценностные аспекты. – Саратов: ООО Изд. центр «Наука», 2006. – С. 16.
5. Там же. – С. 25.

6. См.: Диев В.С. Риск в междисциплинарном контексте: концептуальные основания анализа и оценки // Вестник РГНФ. – 2006. – № 4. – С. 85–91.
7. Смолуховский М. О понятии случайности и о происхождении законов вероятностей в физике // Успехи физических наук. – 1927. – Т. 7(5), № 329. – С. 346.
8. Рассел Б. Человеческое познание: его сфера и границы. – М.: ТЕРРА – Книжный клуб; Республика, 2000. – С. 293.
9. Там же. – С. 293–294.
10. Нейман Дж., фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970. – С. 57.
11. См.: Алле М. Поведение рационального человека в условиях риска: критика постулатов и аксиом американской школы // THESIS. – 1994. – Т. 5. – С. 217–241.
12. См.: Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: an analysis of decision under risk // Econometrica. – 1979. – V. 47, No. 2. – P. 263–291.
13. См.: Диев В.С. Рациональный выбор в условиях риска: модели и парадоксы // Вестник Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Философия. – 2010. – Т. 8, № 2. – С. 24–31.

Дата поступления 11.10.2010

Новосибирский государственный  
университет,  
Институт философии и права  
СО РАН, Новосибирск  
[diev@smile.nsu.ru](mailto:diev@smile.nsu.ru)

### ***Diev V.S. Risk: assessment and decision-making***

The principal difference between uncertainty and risk lies in the fact that under the conditions of risk there is quantitative assessment of the probability of possible events. Risk a consequence of the decision and is always related to the subject, it is an integral characteristic which includes assessment of both the probabilities and consequences of an event. The article considers various models of decision-making under the conditions of risk.

**Keywords:** risk, probability, decision-making, model, utility, value.