

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ КАК ФАКТОР ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

UNCERTAINTY AS THE FACTOR OF INVESTMENT'S DECISIONS MAKING PROCESSES AND USAGE OF FUZZY SETS THEORY FOR IT'S MODELLING

В. ЧЕРНОВ (Vladimir Chernov),
Vladimir State University, Russia

А. ДОРОХОВ (Oleksandr Dorokhov),
Kharkiv National University of Economics, Ukraine

Л. ДОРОХОВА (Ludmila Dorokhova),
National Pharmaceutical University, Kharkiv, Ukraine

Аннотация: Рассмотрен процесс принятия инвестиционных решений в условиях конкурентного рыночного окружения. Выделены основные причины наличия неопределенностей при оценке параметров инвестиционных решений. Проанализированы методы и средства преодоления и формализации неопределенности. Обосновано применение теории нечетких множеств для получения достоверных и адекватных результатов инвестиционных оценок.

Ключевые слова: инвестиционное решение, формализация неопределенности, экспертное оценивание, принятие решений

Abstract: Process of investment decision's acceptance in conditions of a competitive market environment has been examined. Principal causes of uncertainty presence at an estimation of investment decision's parameters are allocated. Methods and means of overcoming and formalization of uncertainty are analysed. Application of the theory of fuzzy sets for reception of authentic and adequate results of investment estimations has been proved.

Key Words: investment decisions, formalization of uncertainty, expert's estimation, decision-making processes.

JEL Classification: G11; C02;

Preliminary communications; Received: March 21, 2010

1. Место моделирования бизнес-процессов в инструментарии управленческих решений

Как очевидно, управление экономикой в современных, рыночных и посткризисных условиях требует комплексного решения многочисленных многокритериальных проблем, обусловленных как внешними, так и внутренними факторами. Именно на это направлено моделирование бизнес-процессов, как важнейшей части теории и практики современного менеджмента. Одной из главных причин развития и внедрения различных средств и математического аппарата бизнес-моделирования стала необходимость в системном анализе и системной интеграции различных аспектов управления бизнес-процессами.

Такое моделирование, в частности, обеспечивает методическую и инструментальную базу для поддержки основных функций менеджмента: планирования, контроля и анализа, а также оценки ситуации и принятия управленческих решений. Одной из важнейших компонент общей системы моделирования бизнес-процессов является контроллинг инвестиций, главной задачей которого является достижение

целей предприятия в сфере инвестиционной деятельности, инициирование новых инвестиционных проектов и выработка предложений по их реализации. Стратегический инвестиционный контроллинг должен помочь обеспечить использование будущих возможностей шансов, снижая будущие риски.

В процессе принятия инвестиционных решений должна ставиться и решаться более широкая задача, чем ответ на вопрос - нормальным ли является состояние экономической организации для принятия решений в отношении инвестиций. Требуется оценить возможность сохранения этого состояния в будущем, в каком направлении оно будет меняться и с какой скоростью (оценка динамики, прогнозирование, характерное, например, для стратегического планирования), оценить возможные последствия инвестиционного решения, выработать стратегию поведения, наиболее адекватную прогнозируемой ситуации. Обычно состояние системы оценивают по ее поведению в течение какого-то временного периода, представленного некоторым временным рядом. В реальных условиях это представление обладает свойством неполноты, которая для экономических организаций будет принципиальной из-за неповторимости явлений или из-за

невоспроизводимости экономических условий их деятельности. Таким образом, возникает ситуация, для которой в полной мере справедливо известное высказывание Л. Заде [1]: „По мере возрастания сложности системы наша способность формулировать точные, содержащие смысл утверждения о ее поведении, уменьшается вплоть до некоторого порога, за которым точность и смысл становятся взаимоисключающими“.

В общем виде принятие решений инвестиционного характера можно рассматривать как выбор единственного решения из некоторого множества возможных, имеющего наилучшую интегральную оценку на множестве используемых критериев. Сложный характер процесса принятия инвестиционных решений делает весьма актуальной разработку моделей и методов принятия решений и на их основе создание систем поддержки принятия инвестиционных решений.

2. Неопределенность как свойство внешней и внутренней экономической среды

В конкурентных рыночных условиях любой субъект хозяйствования в своей производственно-коммерческой (в том числе инвестиционной) деятельности неизбежно сталкивается с неопределенностями различного вида и происхождения. Очевидно, что предприятие не может обладать абсолютно полными и всеобъемлющими данными о своем настоящем и будущем, также практически невозможно точно предугадать все изменения, которые могут произойти во внешней среде, ее динамике, особенно в долгосрочной перспективе.

В то же время, планирование, как одна из составляющих контроллинга бизнес-процессов служит способом прояснения внешних и внутренних условий деятельности, уменьшения неопределенности и риска. Однако любой, даже самой крупной фирме, не по силам полностью познать и устранить неопределенность и, следовательно, целиком спланировать свою деятельность. Ведь устранить неопределенность - это значит устранить сам рынок, разнообразие несовпадающих интересов и действий.

Поэтому достичь положительных результатов экономической деятельности в условиях неопределенности можно лишь осуществив комплексные решения, в частности, используя такие методы регулирования рыночных отношений, как вертикальная интеграция, контроль над спросом, контрактные отношения, создание предпринимательских сетей и так далее, которые можно отнести к организационным решениям, а также используя аналитические модели для планирования бизнес-процессов в целом, позволяющие принимать эффективные решения в условиях неопределенности.

Следует отметить, что организационные решения хотя и позволяют снизить уровень неопределенности, в то же время придают оставшейся нераскрытой ее части специфические особенности. Поэтому выбор той или иной организационной схемы лишь повлияет на выбор аналитической модели принятия решений в условиях неопределенности, но не исключит ее примене-

ние. Известно достаточно много вариантов определения самого понятия «неопределенность», которые во многом обосновываются характером формальных моделей, используемых при ее исследовании. Неопределенность в контексте рассматриваемых задач трактуется как неполнота или неточность информации об условиях реализации инвестиционного проекта, в том числе о связанных с ним затратах и результатах.

При сборе информации на этапе выработки инвестиционного решения может оказаться, что: собрана не вся возможная (неполнота) или не вся необходимая (недостаточность) информация, для некоторых элементов системы (проекта) определены не их точные описания, а лишь множества, к которым эти описания принадлежат (неопределенность); ряд элементов задачи описан (формализован) лишь по аналогии с уже решавшимися задачами, имеется лишь „замещающее“ описание (неадекватность) [2, 3].

Наличие данных видов неопределенности также связано с тем, что процесс сбора информации (изучения задачи принятия решения) может быть временно приостановлен, например, в связи с нехваткой ресурсов, выделенных для сбора информации. Однако в принципе возможность результативного продолжения изучения задачи существует. При этом возможна либо ситуация определенности, в которой все элементы описаны однозначно, или сохранится неоднозначность. Во втором случае предполагается, что вся возможная, доступная информации о задаче собрана, но полного описания нет и не может быть достигнуто.

3. Классификация инвестиционных проектов с учетом неопределенности

В практике анализа инвестиционных проектов широко используется их классификация, основанная на понятии рентабельности проекта как отношения сумм доходов и расходов [4]. Согласно этой классификации выделяют проекты: взаимоисключающие (противоречащие друг другу), для которых рентабельность одного снижается до нуля в случае принятия другого и на оборот – такие проекты направлены на достижение одних и тех же целей, но одновременно осуществить их экономически невыгодно и невозможно; взаимообусловленные проекты, для которых рентабельность одного из них без принятия другого равна нулю; независимые проекты, положительные или отрицательные решения по любому из которых никак не отражаются на рентабельности другого; замещающие проекты, для которых рентабельность одного из них снижается (но не полностью исчезает) при принятии другого; синергические проекты, для которых принятие одного из проектов увеличивает (усиливает) рентабельность другого.

Уточним эту классификацию с учетом фактора неопределенности, возникающего и присутствующего при анализе проектов. Ясно, что следует исключить из этого рассмотрения две группы проектов – взаимоисключающие и независимые. Хотя взаимоисключающие проекты можно рассматривать как предельный случай

замещающих, а абсолютная независимость вряд ли возможна, тем не менее в рамках жизненного цикла таких проектов и по имеющимся о них сведениям оценки могут быть более определенными, чем по остальным видам. Для условных проектов возможны два варианта. Первый – когда оба проекта жестко связаны, причем один из них имеет уникальный характер, и тогда продукция другого проекта не имеет других вариантов применения. Второй – когда один из проектов имеет влияние на другой, но существуют, по крайней мере потенциально, возможности других применений результатов этого проекта (например, в случае технологий двойного применения). Здесь имеет место ряд неопределенностей. Во-первых, насколько будет реализован основной влияющий проект, насколько зависимый повлияет на основной, каков может быть уровень замещения основного проекта другими. Как правило, в подобных ситуациях речь идет об оригинальных проектах, не имеющих достаточной предыстории. Аналогичные выводы можно сделать и в отношении замещающих и синергических проектов; и степени замещения, и степени усиления не следует рассматривать как точно известные. Очевидно, что они могут меняться в течение времени под влиянием различных факторов.

Другим вариантом классификации проектов является разделение по признаку их внедрения. Анализ «предприятие образующего» проекта может проводиться по стандартным схемам. Если же новый проект встраивается в уже действующий, то правильная идентификация проекта в этом направлении связана с рассмотрением ситуаций «без нового проекта» и «с новым проектом». Проблема заключается в наличии неопределенности в развитии «старого проекта» на интервале его жизни, еще большая неопределенность будет иметь место для нового проекта, поскольку характер его развития можно только предполагать. И, наконец, завершающий вопрос – это совместное поведение двух проектов. Традиционная схема анализа предполагает суммирование результатов по проектам при условии, что эти результаты точно известны. Если рассматривать эту ситуацию с позиций общей теории систем и системного анализа, то совокупность «старый проект – новый» – это сложная система, обладающая эмерджентностью [5], ведь сложные системы могут обладать свойствами, которые отсутствуют у любой из составляющих ее частей.

Эмерджентность может достигаться за счет обратных связей, играющих важнейшую роль в управлении любой сложной системой и самом ее функционировании. Поэтому изменение обстоятельств, окружающих проекты, неполная или неточная информация приводят к тому, что результаты по проектам теряют свою определенность и их простое суммирование становится не только малоинформативным, но и вообще некорректным. Такого рода неопределенность имеет макроэкономическую природу и связана с неточностью определения рыночных сегментов и параметров динамики их развития. Неопределенность в отношении рыночных сегментов приводит к неопределенности проектных результатов, которые, в свою очередь, порождают

неопределенность интегральных показателей эффективности проекта, что в конечном итоге становится причиной роста рисков неэффективности инвестиций.

Принятие решения по инвестициям основывается на стратегических целях предприятия, которые, в свою очередь, вытекают из его общих целей. Такое решение, как уже отмечалось, принимается в условиях действия ограничений экзогенного (внешнего) и эндогенного (внутреннего) характера. Помимо трудностей формулирования собственно стратегических целей необходимо учитывать и другие возникающие ограничения, заключающиеся в следующем.

В первую очередь, надо быть достаточно уверенным, что выявлены, определены и (по возможности) формализованы все наиболее существенные ограничения для рассматриваемой ситуации. Желательно также ранжировать ограничения по степени их влияния. При этом в отношении внешних ограничений следует иметь в виду их возможную нестационарность во времени. Таким образом, на практике имеет место неопределенность еще на этапе построения самой системы ограничений. Кроме того, при стратегическом планировании не следует рассматривать все ограничения как жесткие, более адекватно предположение о том, что ряд из них являются «мягкими». Аналогично следует интерпретировать и внутренние ограничения. Однако уровень их неопределенности меньше, так как сама внутренняя среда, где они действуют, является более определенной и управляемой. Однако существенная степень неопределенности присутствует и здесь. Наличие неопределенности ограничений определяет и процесс поиска альтернатив, и оценку их реализуемости.

При этом в процессе инвестиционного анализа требуется определить возможные результаты, которые предполагается достигнуть вследствие осуществления проекта. Этот процесс также происходит в условиях неопределенности. Во-первых, по сути определение ожидаемых в будущем возможных результатов – это процесс прогнозирования, который объективно имеет некоторую степень недоопределенности. Во-вторых, внешние факторы безусловно влияют на «возможные результаты». Согласно [6] результаты бизнес меньше зависят от кого-либо внутри бизнеса или в сфере его влияния. Они в первую очередь зависят от внешнего окружения – от покупателя (заказчика, потребителя, клиента) при рыночной экономике, от государства – при контролируемой.

Всегда существуют внешние силы и факторы, значительной мерой определяющие, приведут ли усилия субъекта бизнеса к позитивным экономическим результатам или они будут напрасными. Именно вне рамок хозяйствующих субъектов находится ряд источников формирования (возникновения) неопределенностей, что делает принципиально невозможным точное прогнозирование. Например, если два субъекта (или большее их число) обмениваются товарами друг с другом, то результат для каждого из них будет зависеть не только от его собственных действий, но также и от действий других. Таким образом, каждый субъект заинтересован в

максимизации некоторой функции (результат), не все аргументы которой находятся под его контролем. В результате возникает уже не единая задача максимизации, а смесь нескольких конкурирующих задач максимизации. Каждый субъект хозяйственной деятельности руководствуется своими собственными интересами, и ни один из них не контролирует и не определяет значений всех факторов, влияющих на его интересы. Такая задача не является ни задачей на условный максимум, ни задачей вариационного исчисления, ни функционального анализа и так далее.

Каждый субъект может задать параметры, описывающие его собственные действия, но не те, которые описывают действия остальных. И именно эти «чужие» переменные нельзя описать путем статистических предположений. Это происходит потому, что другие участники также руководствуются собственными рациональными принципами, и попытки извне вскрыть эти принципы и взаимодействие конфликтных интересов всех участников, не могут считаться в полной мере корректными. Участники сталкиваются с данными, которые являются продуктом действий и волеизъявлений других участников. На их собственные действия будут оказывать влияние ожидания чужих действий, а они, в свою очередь, отражают ожидания другими участниками его собственных действий. Даже в условиях стабильной экономики решения принимаются исходя из предположения о возможности существования нескольких ситуаций во внешней среде. Причем условия хозяйствования в рыночной экономике имеют низкий уровень воспроизводимости.

Оценкам возможности реализации конкретной внешней ситуации и ее характера присуща принципиальная неполнота, которая резко усиливается при нестабильности ситуации в переходных режимах функционирования экономических систем. Раскрытие неопределенности в стабильной обстановке может осуществляться классическими вероятностно-статистическими методами, но при этом получаются усредненные оценки, имеющие во многом фиктивный характер. В нестабильной же ситуации применение статистических методов еще более затруднительно.

4. Особенности учета факторов неопределенности в инвестиционной деятельности

Построение адекватных моделей выбора инвестиционной альтернативы имеет важную особенность, состоящую в необходимости учета субъективных суждений ЛПР при формализации представлений и выборе наилучшей альтернативы. Эта особенность означает, что различные ЛПР в одной и той же ситуации принятия решений, на основе одной и той же модели могут получить различные результаты.

Процесс принятия инвестиционного решения в значительной мере основывается на предполагаемых будущих значениях учитываемых параметров и ожи-

даемых последствиях от реализации принятого решения. При этом определенная уникальность и нетиражируемость инвестиционных проектов [7] делает некорректным использование ретроспективных данных. Также в условиях рыночной экономики имеется невоспроизводимость условий хозяйствования, что делает неприемлемым прямой перенос решений, базирующихся на прошлом опыте, на будущее. На практике принятие инвестиционных решений в значительной степени основывается на экспертных оценках в допущении, что эксперт способен дать точную оценку. Но любое экспертное заключение, даже основывающееся на объективных данных, более неопределенно, чем сама совокупность этих данных, которую, как уже отмечалось, получить в полном виде трудно (а иногда - невозможно). Поэтому, хотя экспертное заключение может содержать обобщения и прогнозы, важные для практики, оно не снижает уровень неопределенности.

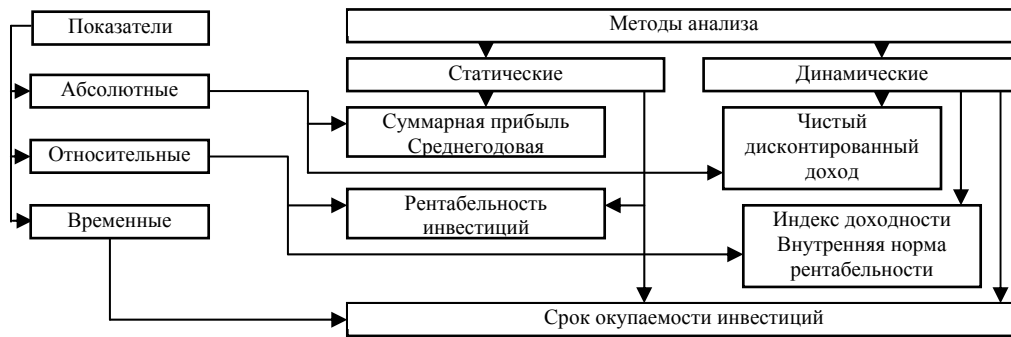
Существенным источником неопределенности есть само лицо, принимающее решение [8]. Это вызвано нечеткостью в его понятиях, суждениях и взглядах, неопределенностью промежутка времени, в течение которого сохраняются сами значения и монотонность оценок, предпочтений ЛПР. Конкуренция, как атрибут рыночной экономики, также вынуждает ЛПР принимать инвестиционные решения в условиях неопределенности, так как ни один из хозяйствующих субъектов заранее не знает, какое решение примут остальные. Существуют разнообразные и разнонаправленные внутренние и внешние факторы, более того, неопределенность возникает даже при однозначном выборе, если решение принимается в условиях быстрой смены и слабой предсказуемости состояния внешней среды.

Важным фактором, сопровождающим инвестиционную деятельность, является риск. Известны разные его классификации [4, 9 - 14]. Рассматривая деление на риски динамические и статические, для инвестиционных решений динамика состоит в возможных изменениях стоимости основного капитала в результате принятия управленческих решений или неожиданных изменений рыночных обстоятельств. В любом случае наличие риска всегда обусловлено наличием неопределенности.

5. Основы анализа инвестиционных проектов и условия неопределенности

Изложенное выше является достаточным обоснованием наличия проблемы неопределенности в инвестиционной деятельности. Та же задача возникает и при разработке реализации конкретных методик анализа инвестиционных проектов. На рис. 1 представлена взаимосвязь основных показателей и методов, которые применяются при оценке эффективности инвестиционных проектов [15]. Для каждого из этих методов могут быть выделены соответствующие факторы, подтверждающие наличие неопределенностей.

Рис. 1. Взаимосвязь показателей и методов анализа инвестиционных проектов



Следует заметить, что принципиальное различие этих методов статического и динамического инвестиционного анализа состоит в том, что первые методы не рассматривают изменение стоимости денег в процессе реализации проектов. В этом случае неопределенность, как фактор статического анализа, практически не рассматривается [15]. Во всех этих методах при сравнении издержек, прибыли, рентабельности основой расчетов являются два параметра – стоимостная оценка результатов P , от применения проекта в течение t -го интервала времени и оценка совокупных затрат Z , связанных с реализацией проекта на том же интервале.

Однако значения обоих параметров относятся к будущим этапам реализации проекта и поэтому точно определены быть не могут. Данные параметры в значительной мере контролируются извне [6], а внутренние возможности управления ими ограничены и недостаточны, особенно на начальных этапах инвестиционного проекта. Соответственно, оценки, которые могут быть получены на основе рассмотренных параметров, будут иметь неточный, расплывчатый характер. Также часто допускается сильная идеализация реальных условий. Так, предполагается, что все объекты инвестиций находятся в одинаковых условиях, издержки и прибыли по ним известны точно. На практике даже объекты в одном регионе находятся в различных социально-экономических условиях. Они могут относиться к различным областям деятельности, иметь разную предисторию и тому подобное. Поэтому ожидать одинаковой точности оценок, считать, что оценки строго определены, не совсем корректно, а часть оценок может иметь существенно субъективный характер.

В основу динамического инвестиционного анализа может быть положено соотношение:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+r)^k} - \sum_{j=1}^m \frac{R_j}{(1+i)^j}$$

где NPV - чистый приведенный доход; C_k - доходы в k -й период времени; R_j - инвестиции в j -й момент времени, i - прогнозируемый средний уровень инфляции, r – коэффициент дисконтирования. Вычисленные различных показателей: дисконтированного дохода, индекса и внутренней нормы рентабельности, срока

окупаемости основаны на приведенном соотношении. Все переменные, входящие в него, имеют прогнозный характер, как относящиеся к будущим периодам жизненного цикла инвестиционного проекта, поэтому говорить о точных значениях этих переменных невозможно. При этом неопределенность оценок возрастает с увеличением соответствующих периодов времени.

Также тут имеется субъективная составляющая неопределенности. Так, в [9] утверждается, что «поскольку приток денежных средств распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента r , устанавливаемого инвестором самостоятельно исходя из ежегодного процента возврата, который он хочет или может иметь на инвестируемый им капитал». При этом между «хочет» или «может» и реальностью также могут быть различия. В [10] также указывается, что ставка дисконтирования относится к стохастическим параметрам, и принципиально не является детерминированным. Таким образом, неопределенность в инвестиционном анализе выступает как системный фактор, который необходимо учитывать при реализации конкретных методик.

6. Сравнительный анализ имеющихся математических методов и моделей для поддержки принятия инвестиционных решений в условиях неопределенности

Как уже отмечалось, инвестиционные решения принимаются в условиях принципиально неустранимой неопределенности, обусловленной факторами, различными по своей природе и характеру, по степени проявления и уровню влияния на принятие решений. Необходимость учета неопределенности, ее раскрытия и преодоления требует применения адекватных математических моделей и методов. Следует еще раз подчеркнуть, что неопределенность - это более общая категория, чем случайность, и экономические решения принимаются именно в условиях неопределенности. Поэтому следует рассмотреть существующие и возможные подходы, которые можно применить для поддержки принятия инвестиционных решений, а также определить степени их адекватности специфике задачи. Приступая к анализу, сформулируем критерии оценки пригодности математического аппарата к решению инвестиционных задач. В их качестве можно предложить следующие:

- понятийная база используемого математического аппарата должна возможно полнее соответствовать сущности решаемой задачи;
- желательна минимизация априорных ограничений, обеспечивающих условия корректного применения математического аппарата;
- возможность использовать наиболее удобные формы оценки параметров исследуемых процессов и влияющих факторов, включая лингвистические и вербальные оценки;
- процедуры вычислений и конечные результаты должны быть понятны пользователю без специальной подготовки;
- наличие возможности реализации сценарного подхода и построения поведенческих моделей.

Первые попытки анализа неопределенности предпринимались в теории вероятностей. Ее успех в исследованиях массовых, статистически однородных процессов привел к широкому распространению соответствующих классических методов, особенно в случае однородных событий массового характера. Однако на практике это условие обеспечить весьма трудно. Как подчеркивает известный специалист в области статистики Калман: «Для того чтобы моделировать неопределенность при помощи вероятностного механизма, необходимо иметь чересчур много информации, которая не может быть извлечена из доступных данных в большом классе практических задач» [4].

Многие исследователи закономерно отмечают, что классическая вероятность аксиоматически определена как характеристика генеральной совокупности статистически однородных случайных событий. Однако нет достаточно убедительных доказательств, что это условие выполняется для экономических систем. Рассматривать экономические процессы как случайные также некорректно из-за того, что в их основе лежат целенаправленные осмысленные действия, и их участники не действуют случайно. Напротив, они руководствуются рациональными принципами. Каждый может задать параметры, описывающие его действия, но не описывающие действия остальных, и эти параметры нельзя формализовать с помощью статистических подходов. Все это делает недостаточно корректным применение для экономических задач только методов теории вероятностей. Тем не менее работы [16-18] использовали эти методы для оценки инвестиционных проектов. Так, учет неопределенности при оценке потока платежей осуществляется через распределение плотностей вероятностей с последующим расчетом математического ожидания и дисперсии. При этом отмечается, что объективных данных для выбора закона распределения (его параметров) может не быть – они определяются экспертным путем, то есть по существу имеются только приближительные оценки исследуемых параметров. Однако последующие исследования их точность не делается.

Такой подход имеет ряд противоречий. *Во-первых*, вместо истинных значений математического ожидания и дисперсии рассматриваются их оценки, точность которых достоверно оценить сложно. Соответственно, достоверность выводов на их основе существенно зависит от выбранных эмпирически законов распределения и очень чувствительна к нарушениям исходных допущений. Возникает статистическая неопределенность [19-21] и результаты становятся сомнительными. *Во-вторых*, рассмотрение закона распределения плотности вероятности в классической теории подразумевает существование объективного случайного события. Однако в экономических процессах напротив, наряду с объективными законами рынка действует масса субъективных факторов, преднамеренность и целенаправленность, поэтому простое рассмотрение закона распределения плотности вероятности некорректно. Аналогично при экспертном задании законов плотности распределения вероятности (например, для элементов потока платежей, уровня риска), фактически проявляются отношения индивидуального предпочтения эксперта касательно элементов базового множества, и использование вероятности для представления этого отношения весьма некорректно.

Согласно классической теории вероятностей, случайное событие (например, предполагаемое значение потока платежей) – это событие, которое должно произойти в вероятностном смысле. Поэтому событие, состоящее в том, что будет другое значение потока платежей, является несовместным с первым, то есть действующий в классической теории вероятностей принцип исключения третьего слишком категоричен для данных задач, ведь в инвестиционном анализе целесообразно рассматривать не один сценарий, а некоторое их возможное множество. Использование вероятностного подхода дает оценку среднего значения, которое само является фиктивным параметром. Возникает вопрос о корректности решений на основе средних значений. Значительно информативнее результат вычислений значений внутри базового множества с оценкой возможности их реализации.

Кроме того, использование экспертных оценок для определения закона распределения плотности вероятностей есть интерпретацией вероятности как меры неопределенности, характерной для субъективистской школы [22]. В [23] указывается, что с практической точки зрения субъективные вероятности непригодны, когда информации мало. Ведь и опытный и неопытный эксперты в этом случае выберут равновероятностный закон распределения. В вероятностной модели плохо учитывается предельный случай полного незнания, поскольку в ней всегда предполагается заданным множество взаимно независимых событий, которым в силу принципа максимума энтропии приписываются равные вероятности. Тогда идентификация всех этих событий исключена и значения неопределенности, связанные с ними, получаются зависимыми от числа рассматриваемых альтернатив, что не является верным.

Очевидно, что экспертные оценки должны рассматриваться как приближенные. Однако зачастую этот тип неточности не рассматривается в предположении, что эксперт выдает точные числа. Кроме того, что теория вероятностей не позволяет учитывать, что любое событие

может лишь более или менее соответствовать некоторой категории, к которой его хотели бы отнести.

Обычно в инвестиционном анализе поведение различных процессов представляется временными рядами. В реальных условиях такое представление неполно вследствие невоспроизводимости экономических условий. Это снова вызывает необходимость экспертных оценок для сложных систем. Но фактически любое экспертное заключение, даже сделанное по точным объективным данным, более неопределенно, чем сама сложная многомерная зависимость данных. Модели на неклассических субъективных (аксиологических) вероятностях, предложенные Сэвиджем, Пои, Фишберном, Райбергом для исследования случайных процессов и принятия решений в условиях дефицита информации, используют так называемые имплицитивные схемы вывода (логиквероятностные схемы дедуктивного вывода интегральных вероятностей сложных событий на основе перебора полного множества исходных гипотез о реализации простых событий, входящих составными частями в исследуемое сложное событие).

Однако для экономических систем в условиях принципиальной неполноты исходных данных невозможно сформировать полное множество исходных событий либо доказать их полноту. Невоспроизводимость экономических ситуаций исключает постоянство набора простых событий, из которых образуется более сложное событие и нарушается важный принцип общей теории систем, по которому поведение сложных систем не может быть исследовано лишь на основе изучения простых компонент, их образующих.

При замене классической вероятности на субъективно-аксиологическую при инвестиционном анализе дополнительная сложность в том, что, кроме рассмотрения финансовых моделей, необходимо верифицировать вероятностную модель, предлагаемую экспертами (исследовать познавательную способность самого эксперта). Недостаток также в том, что вероятности не дают информации о том, как именно они сами получены, если не дополняются качественной составляющей вероятностной оценки.

В рамках классической теории вероятностей находятся и исследование операций и теория игр. Однако имеющиеся их применения для решения рассматриваемых задач сильно ограничены [24, 25]. Так в моделях исследования операций принятие решений заключается в нахождении оптимальной стратегии поведения в условиях, которые на деле однако постоянно пересматриваются и меняются. В теории игр правила поведения игроков также должны быть заранее определены для всех (известны все участники, матрицы потерь и так далее). Само присутствие эксперта в процессе принятия инвестиционного решения и его субъективность нарушают фундаментальный принцип методологии исследования операций - поиск объективно оптимального решения [26]. Рассматривая применение в инвестиционном анализе минимаксных методов, методов Гурвица, Вальда, как отмечается в [24],

возникает возможность непринятия инвестиционных проектов с неплохими шансами на успех, возникают необоснованно завышенные требования к резервам. Минимаксные методы, опирающиеся на наихудшие сценарии, экономически малоэффективны, так как требуют наличия значительных резервов, впоследствии не востребованных. Так как инвестиционные решения принимаются в условиях неполноты и противоречивости информации и оценок, возможны нарушения принципа монотонности, который предполагается, что утверждения, раз выведенные, продолжают оставаться верными в процессе последующего вывода. Невоспроизводимость экономических условий, противоречивость и неполнота данных приводят к тому, утверждение, верное на определенном шаге, через некоторое время может стать ложным.

Для учета немонотонности можно идти двумя путями [27, 28]. *Во-первых*, автоматически дополнить недостающие знания и далее использовать традиционные методы. Сложность состоит в получении этих знаний при ограниченности времени, ресурсов, недоступности (экономическая информация часто конфиденциальна). *Во-вторых* – использовать методологию правдоподобных выводов. Однако выводы утверждения не есть абсолютно достоверными. Имплицитивный логико-вероятностный слэшком нормативен, а минимаксные решения вообще неприемлемы. Таким образом, традиционные аналитические методы поддержки принятия не могут быть корректно применены в инвестиционном анализе, или для них принципиально отсутствуют необходимые условия.

7. Предпосылки для использования теории нечетких множеств в инвестиционном анализе

Напротив, имеются все предпосылки для применения теории нечетких множеств. Она изначально нацелена на нечеткие, качественные описания и оценки со строгим математическим представлением, однако без жестких нормативных ограничений. Использование функций принадлежности позволяет выполнять формализованные математические преобразования и находить однозначные решения. При этом не требуется статистическая однородность переменных [29-34]. Эксперт для различных переменных процесса, согласно своим субъективным предпочтениям, может выбирать различные по виду и параметрам функции принадлежности. Наконец, в нечетких множествах „среднее значение“ используется не в статистическом смысле, а лишь как лингвистическое значение некоторой переменной.

Важно, что преобразования нечетких данных не зависят от вида функций принадлежности. Поэтому эксперты могут оперировать различного вида функциями принадлежности, базовыми множествами, что не сказывается на конечных результатах. Использование „мягких вычислений“ как оценки параметров инвестиционного проекта, так и оценки риска, поскольку первые представляются в виде нечетких множеств, степень размытости (нечеткости) их можно интерпретировать как уровень риска. Выше обосновывалось наличие неопределенности для замещающих и синергетических проектов. Для анализа этих ситуаций в теории нечетких множеств имеется аппарат, основа-

нный на правилах условного логического вывода, нечетких условных свидетельствах и так далее. Неопределенность при классификации инвестиционных проектов также преодолима путем использования «мягких вычислений» или построения интегральных оценок на основе распределения возможностей.

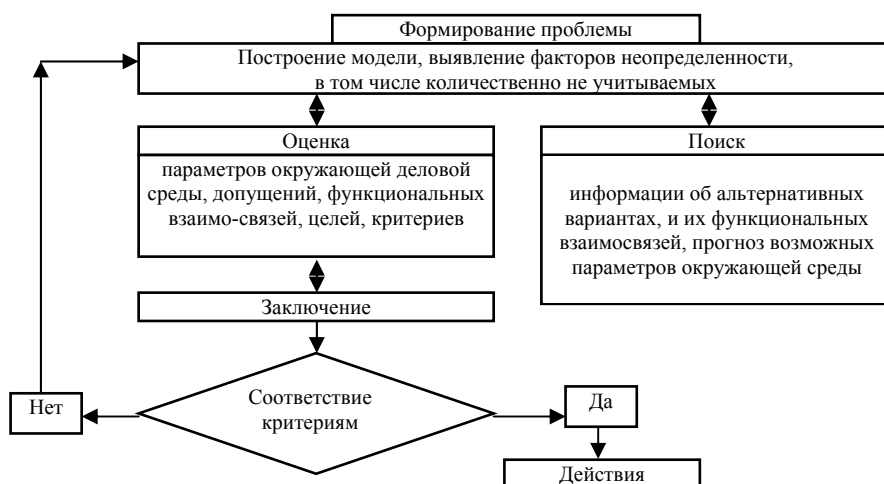
Использование нечетких чисел и „мягких“ вычислений не требует от эксперта только точечных оценок. Можно рассматривать интервалы допустимых значений и, в отличие от интервальной математики [35-37], функция принадлежности дает распределение возможностей реализации определенного значения. Результат расчетов также есть нечетким числом, при этом имеются три оценки: наиболее рациональная (ожидаемая), оптимистическая и пессимистическая. Эксперт может отказаться от числовых оценок и применить лишь лингвистические, которые через функции принадлежности имеют строгое представление. Дальнейшее моделирование правдоподобных рассуждений [38, 39] дает возможность преодолеть немонотонность.

Приведенные соображения подтверждают возможность и необходимость ставить и решать проблему разработки единой концепции применения методов теории нечетких множеств для принятия инвестиционных решений, оценки инвестиционных проектов, их этапов и компонент.

8. Основы построения систем поддержки принятия инвестиционных решений

На принятие инвестиционных решений влияет ряд основных факторов [15]: среда принятия решений; информационные и поведенческие ограничения; время; негативные последствия; личностные оценки и предпочтения менеджмента; взаимосвязь решений; неопределенности. В общем случае возникает задача многокритериального альтернативного выбора. Сам процесс принятия инвестиционных решений может состоять из этапов, представленных на рис. 2.

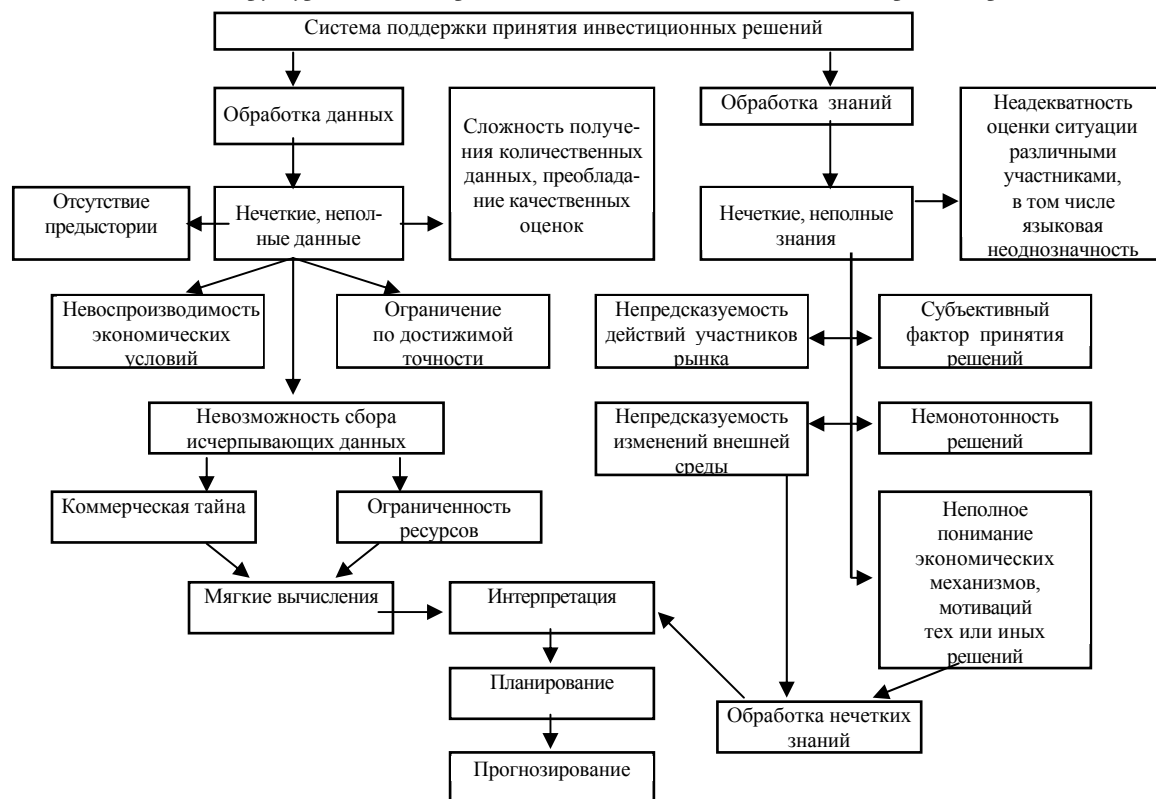
Рис. 2. Структура процесса принятия инвестиционного решения



Традиционные подходы основываются предположении о хорошей структурированности задачи, когда все параметры имеют количественную форму представления, их значения выражаются одним числом и предположительно являются однозначными в статистическом смысле. Однако значения параметров анализируемого инвестиционного проекта часто нельзя представить точечными количественными значениями и используются

экспертные оценки в предположении способности эксперта дать точную оценку. Но любое экспертное заключение, даже сделанное по объективным данным, несет элемент неопределенности, а структура, представленная на рис. 2, имеет количественно неопределяемые факторы. Таким образом задачу инвестиционного анализа следует классифицировать как слабоструктурированную.

Рис. 3. Структура системы обработки нечетких данных и знаний для принятия решения



С другой стороны, принятие инвестиционного решения является результатом деятельности лица, принимающего решение, а не механическим процессом, что в традиционной теории инвестиций не учитывается. Напротив, подразумевается образ человека, который экономически целесообразно ориентирован на максимизацию дохода, владеет в совершенстве знаниями экономики, а эмоции отсутствуют. Однако на деле имеется неполнота знаний, субъективизм предпочтений, неопределенность в целях и критериях. Поэтому использование систем поддержки решений со структурой, подобной представленной на рис. 3, в практике инвестиционного анализа, становится принципиально необходимым для обеспечения эффективного решения в многомерном пространстве целей, критериев и альтернатив.

Слабая структурированность задач, недоопределенность экспертных оценок и субъективных предпочтений, требует обработки не только данных, но и знаний с учетом факторов неопределенности. Для создания таких систем необходимы соответствующие математические методы и подходы. Нечетко-множественные модели и алгоритмы, предназначенные для обработки нечетких данных и знаний, являются в данном случае одними из наиболее результативных инструментов.

9. Заключение

Таким образом, процесс принятия инвестиционных решений - это многоэтапный процесс, присутствие в котором лица, принимающего решение, нарушает фунда-

ментальный принцип методологии исследования операций: поиск объективно оптимального решения. Признание возможности для лица, принимающего решение, на субъективность инвестиционного решения есть признак того, что имеет место принятие решений при многих критериях.

Принятие инвестиционного решения происходит в условиях неопределенности, которая не подчиняется аксиоматике классической теории вероятностей. При построении систем поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности следует учитывать необходимость обработки плохо структурированных потоков данных и знаний.

Аппарат теории нечетких множеств является наиболее адекватным задачам принятия инвестиционных решений в условиях неопределенности.

Литература

- [1] Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде; пер. с англ. - М.: Финансы, 1976. - 165 с.
- [2] Воццини А.П. Оптимизация в условиях неопределенности / А.П.Воццини, Г.Р.Сотиров. - М: МЭИ(СССР), «Техника» (НРБ), 1990. - 224 с. - ISBN 5-7046-0001-8.
- [3] Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н.Борисов и др. - М.: Радио и связь, 1990. - 304 с. - ISBN 5-256-00178-7.

- [4] Риск-анализ инвестиционного проекта/ Под ред. М.В.Грачевой.-М.: ЮНИТИ, 2000. - 344 с. - ISBN 5-238-00292-0.
- [5] Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении / В.С.Анфилатов и др. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с. - ISBN 5-279-02435-X.
- [6] Друкер Питер Ф. Рынок: как выйти в лидеры. Практика и принципы / Питер Друкер. - М.: Book chamber international, 2002. - 351 с. - ISBN 5-85020-109-2.
- [7] Виленский П.А. Показатель внутренней нормы доходности проекта и его модификации / П.А.Виленский, С.А.Смоляк; Препринт-8/00. - М: ЦЭМИ РАН, 1998. - 68 с. - ISBN 5-8211-0019-4.
- [8] Сидельников Ю. Истина и заблуждение/ Ю.Сидельников//Банковские технологии.-2001.-С. 15-20.
- [9] Грачева М.В. Анализ проектных рисков / М.В.Грачева. - М.: Финстатинформ, 1999. - 216 с..
- [10] Первозванский А.А. Финансовый рынок: расчет и риск/ А.А.Первозванский, Т.Н.Первозванская. - М.: Инфра-М, 1994. - 192 с. - ISBN 5-86225-018-2.
- [11] Клейнер Г.Б. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность/Г.Б.Клейнер, В.А.Тамбовцев, Р.М.Каганов. - М.: Экономика, 1997. - 286 с. - ISBN 5-282-01865-9.
- [12] Лапуста М.Г. Риски в предпринимательской деятельности / М.Г.Лапуста, Л.Г.Шаршукова. - М: Инфра-М, 1998. - 223 с. - ISBN 5-86225-373-4.
- [13] Севрук В. Банковские риски / В.Севрук. - М.: Дело ЛТД, 1994. - 70 с. - ISBN 5-86461-137-9.
- [14] Москвин В.А. Управление рисками при реализации инвестиционных проектов / В.А.Москвин. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 350 с. - ISBN 5-279-02675-1.
- [15] Мыльник В.В. Инвестиционный менеджмент/ В.В.Мыльник. - 4-е изд. - М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2005. - 272 с. - ISBN 5-8291-0593-X.
- [16] Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 141 с. - ISBN 5-279-01871-6.
- [17] Глазунов В.Н. Финансовый анализ и оценка риска реальных инвестиций/В.Н.Глазунов.- М.: Финстатинформ, 1997. - 135 с. - ISBN 5-7866-0011-4.
- [18] Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций / Е.М.Четыркин. - М.: Дело, 1998. - 256 с. - ISBN 5-7749-0068-1.
- [19] Аломан Джордж. Стохастические системы/ Джордж Аломан; пер. с англ. Н.Г.Волькова. - М.: Мир, 1987. - 376 с.
- [20] Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С.Вентцель и др. - М.: Наука, 1991. - 383 с. - ISBN 5-02-014125-9.
- [21] Чернецкий В.И. Математическое моделирование стохастических систем / В.И.Чернецкий. - Петрозаводск: Петрозаводский гос. ун-т, 1994. - 486 с. - ISBN 5-230-0891-4.
- [22] Savage L.J. The Foundations of Statistics, Dover, New-York, 1972.
- [23] Дюбуа Д. Теория возможностей. Приложение к управлению знаниями в информатике / Д.Дюбуа, А.Прад; пер. с фр. В.А.Тарасова. - М.: Радио и связь, 1990. - 286 с. - ISBN 5-256-00184-1.
- [24] Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж.Нейман, О.Моргенштерн. - М.: Наука, 1970. - 707 с.
- [25] Таран Т.А. Моделирование и поддержка принятия решений в когнитивных конфликтах / Т.А.Таран // Изв. РАН, ТИСУ - 2001. - №4. - С. 24-32.
- [26] Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Науч. практ. издание. Сер. Информатизация России на пороге XXI века / Э.А.Трахтенгерц. -М.: СИНТЕГ, 1998. - 376 с.
- [27] Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний / дис... д-ра эконом. наук. - СПб., 2003.
- [28] Златарева Н. Немонотонные рассуждения в интеллектуальных системах / Н.Златарева, И.Топчев // Техническая кибернетика. - 1992. - С. 3-12.
- [29] Малышев Н.Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР / Н.Г.Малышев и др. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 136 с. - ISBN 5-283-01592-0.
- [30] Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А.Поспелова. - М.: Наука, 1986. - 312 с.
- [31] Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А.Кофман. - М.: Радио и связь, 1983.-432 с.
- [32] Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transaction on Computers. - Vol. 43, №11. - November 1994. - P. 1329-1333.
- [33] Чернов В.Г. Нечеткие множества в задачах управления и принятия решений: текст лекций / В.Г.Чернов; Владим. гос. ун-т. - Владимир, 1999. - 88 с. - ISBN 5-89368-138-X.
- [34] Чернов В.Г. Нечеткие контроллеры. Основы теории и построения / В.Г.Чернов; Владим. гос. ун-т. - Владимир, 2003. - 148 с. - ISBN 5-89368-384-6.
- [35] Акфельд Г. Введение в интервальные вычисления / Г. Акфельд, Ю.Херцбергер.-М.:Мир, 1987.-320 с.
- [36] Каамыков С.А. Методы интервального анализа / С.А.Каамыков, Ю.И.Шокин, З.Х.Юлдашев. - М.: Наука, 1986. - 214 с.
- [37] Шокин Ю.И. Интервальный анализ / Ю.И.Шокин. - Новосибирск: Наука, 1981.-112 с.
- [38] Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов/Д.А. Поспелов. - М.: Радио и связь, 1989. - 184 с.
- [39] Уэно Х. Представление и использование знаний / Х.Уэно и др. - М.: Мир, 1989. - 22.