

Модели и методы компьютерной поддержки принятия решений в инвестировании частных предприятий

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Изложена проблема компьютерной поддержки принятия решений в инвестировании частных предприятий. Описаны существующие модели и методы компьютерной поддержки принятия решений в инвестировании частных предприятий. Приведено теоретическое обоснование знаниеориентированного подхода в компьютерной поддержке принятия решений при инвестировании частных предприятий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, поддержка принятия решений, база точных знаний, инвестиционный проект, частные предприятия.

1 Введение

Инвестиционная деятельность в той или иной степени присуща любому предприятию. При большом выборе видов инвестиций предприятие постоянно сталкивается с задачей выбора инвестиционного решения. Принятие инвестиционного решения невозможно без учета следующих факторов: вид инвестиции, стоимость инвестиционного проекта, множественность доступных проектов, ограниченность финансовых ресурсов, доступных для инвестирования, риск, связанный с принятием того или иного решения, и др.

Принятие и осуществление инвестиционных решений может включать в себя стадии формулировки инвестиционных предложений, первоначального отбора, расчет оценок инвестиционного проекта количественными методами [1]. Именно на стадии расчет оценок инвестиционного проекта вырабатывает окончательное решение о вложении финансовых средств в проект. Эта стадия обычно состоит из семи следующих этапов [1]:

- 1) официальное представление альтернативных инвестиционных проектов;
- 2) классификация и группирование альтернатив по целям (критериям) и условиям (ресурсам) и выделение наиболее предпочтительных альтернатив в соответствии с определенными целями и условиями;
- 3) финансовый анализ альтернативных инвестиционных проектов;
- 4) сравнение результатов финансового анализа;
- 5) рассмотрение финансовых возможностей для осуществления проекта;
- 6) принятие решения об осуществлении инвестиционного проекта;
- 7) разработка системы мониторинга хода реализации проекта.

Решение проблемы принятия инвестиционных проектов происходит на этапах финансового анализа альтернативных инвестиционных проектов и сравнения результатов финансового анализа.

Инвестиционная деятельность всегда осуществляется в условиях неопределенности, степень которой может существенно варьировать. Так, в момент приобретения новых основных средств никогда нельзя точно предсказать экономический эффект этой операции. Поэтому решения нередко принимаются на интуитивной основе.

2 Постановка задачи

В условиях современного бизнеса роль эффективного управления на основе достоверной информации возрастает многократно. Ошибки менеджмента, основывающиеся на недостаточных или неверно интерпретированных данных, могут привести к краху даже крупные компании.

Существуют альтернативные и взаимно независимые инвестиционные проекты (ИП) для каждого частного предприятия (ЧП).

Два анализируемых проекта называются *независимыми* [2], если решение о принятии одного из них не влияет на решение о принятии другого.

Два анализируемых проекта называются *альтернативными* [2], если они не могут быть реализованы одновременно, т.е. принятие одного из них автоматически означает, что второй проект должен быть отвергнут.

Принятие инвестиционного решения невозможно без учета следующих факторов: вид инвестиции, стоимость инвестиционного проекта, множественность доступных проектов, ограниченность финансовых ресурсов, доступных для инвестирования, риск, связанный с принятием того или иного решения, и др.

Различают следующие критерии принятия инвестиционных решений, представленные в работах [2] и [3].

1 Критерии, позволяющие оценить реальность проекта.

1.1 Нормативные критерии (правовые), т.е. нормы национального, международного права, требования стандартов, конвенций, патентоспособности и др.

1.2 Ресурсные критерии по видам:

- научно-технические критерии;
- технологические критерии;
- производственные критерии;
- объем и источники финансовых ресурсов.

2 Количественные критерии, позволяющие оценить целесообразность реализации проекта:

- соответствие цели проекта на длительную перспективу целям развития деловой среды;
- риски и финансовые последствия (ведут ли они к инвестиционным издержкам или снижению ожидаемого объема производства, цены или продаж);
- степень устойчивости проекта;
- вероятность проектирования сценария и состояние деловой среды;

3 Количественные критерии (финансово-экономические), позволяющие выбрать те проекты, реализация которых целесообразна (критерии приемлемости):

- стоимость проекта;
- чистая текущая стоимость;
- прибыль;
- рентабельность;
- внутренняя норма прибыли;
- период окупаемости;
- чувствительность прибыли к горизонту (сроку) планирования, к изменениям в деловой среде, к ошибке в оценке данных.

Обычно решение об инвестировании в проект принимается, если он удовлетворяет следующим критериям:

- дешевизна проекта;
- минимизация риска инфляционных потерь;
- краткость срока окупаемости;
- стабильность или концентрация поступлений;
- высокая рентабельность как таковая и после дисконтирования;
- отсутствие более выгодных альтернатив.

Необходимо особо подчеркнуть, что применение методов оценки и анализа проектов предполагает множественность используемых прогнозных оценок и расчетов. Множественность определяется как возможностью применения ряда критериев, так и безусловной целесообразностью варьирования основных параметров.

Степень риска – это вероятность его наступления, а также размер возможного ущерба от него. Количественно риск можно охарактеризовать ожидаемой величиной максимального дохода или убытка. Чем больше этот диапазон при равной вероятности их получения, тем выше степень риска.

Учет рисков в задачах оптимизации обусловлен тем, что инвестиционные решения приходится принимать в условиях неопределенности, а следовательно, получение максимальной прибыли должно сопровождаться минимизацией рисков. Однако оценка рисков в априори, как показывает практика, представляет собой достаточно сложную проблему.

При этом задача принятия инвестиционного решения сводится к задаче многокритериальной оптимизации, т.е. к поиску компромиссного решения, в определенной мере удовлетворяющего нескольким критериям выбора. Поэтому предлагается использовать метод инженерии квантов знаний [8] при реализации системы интеллектуальной поддержки принятий решений в процессе инвестирования частных предприятий. Входными данными для нее будут *количественные критерии (финансово-экономические)* [4, 5]: внутренняя норма доходности (ВНД), индекс доходности (ИД), срок окупаемости с учетом дисконтирования, срок окупаемости без учета дисконтирования, коэффициент эффективности инвестиций (КЭИ).

3 Обзор существующих моделей представления знаний при поддержке принятия решений в инвестировании частных предприятий

В настоящее время используют следующие модели предоставления данных по инвестиционному проекту при его принятии: стохастическая модель, нагруженный граф, график, табличные информационные модели и другие. Далее приведено описание некоторых моделей.

Стохастическая модель принятия инвестиционных решений в условиях риска представляет собой совокупность математических моделей и используется в методе имитационного моделирования инвестиционных рисков, в том числе и методе имитационного моделирования Монте-Карло.

Нагруженным графом [6] называется такой ориентированный граф $G(V, X, W)$, каждой дуге $x_k=(v_i, v_j)$ которого поставлено в соответствие неотрицательное число $w_k=w(v_i, v_j) \geq 0$, называемое весом дуги. Данная модель применяется в методе деревьев решений.

Графиком функции $y = f(x)$ называется множество всех точек плоскости, координаты которых $(x, f(x))$. Данная модель применяется в методе анализа чувствительности.

Табличные информационные модели [7].

Таблица состоит из столбцов и строк, применяется для описания ряда объектов, обладающих одинаковыми наборами свойств. С помощью таблиц могут быть построены как статические, так и динамические информационные модели.

Статические информационные модели – это модели, описывающие состояние системы в определённый момент времени.

Динамические информационные модели – это модели, описывающие процессы изменения и развития систем.

Сетевые информационные модели применяются для отражения систем со сложной структурой, в которых связи между элементами имеют произвольный характер.

Модель квантовых сетей вывода решений [8].

Модель квантовых сетей вывода решений (КСВР) представляет собой модель логических рассуждений человека от посылок через промежуточные следствия к целевым следствиям, т.е. принимаемым решениям. Кванты знаний в узлах КСВР (в отличие от нейронов искусственных нейронных сетей) представляют собой не только своеобразные процессоры со встроенными алгоритмами для переработки входной информации (посылок) в выходную (следствие) с определением его показателя достоверности, но и специальные векторно-матричные структуры (порции) данных об объекте принятия решения.

Понятие кванта знаний [8], т.е. k -знания, определяется аксиоматически как алгоритмическая структура 0-го, 1-го и 2-го уровней сложности, которая описывает конкретное событие порцией (квантом) информации в виде высказывания и содержит три составляющие: содержательную (семантика), информационную (символы) и процедурную (операторы, алгоритмы). Если квантовому событию можно поставить в соответствие число, то имеем k -знания 0-го уровня, если кортеж чисел (вектор) или матрицу, то k -знания имеют 1-й или 2-й уровень соответственно, независимо от условий неопределенности.

4 Анализ существующих методов поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности частных предприятий

Существуют следующие методы для поддержки принятия решений в инвестировании деятельности частных предприятий: метод анализа чувствительности; метод анализа сценариев; метод имитационного моделирования инвестиционных рисков; метод имитационного моделирования Монте-Карло; метод деревьев решений; различные вероятностно-статические методы [9]; метод, основанный на использовании нечетких множеств [10]. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Метод анализа чувствительности.

Цель анализа чувствительности состоит в сравнительном анализе влияния различных факторов инвестиционного проекта на ключевой показатель эффективности проекта, например внутреннюю норму прибыльности.

Приведем наиболее рациональную последовательность проведения анализа чувствительности:

1. Выбор ключевого показателя эффективности инвестиций, в качестве которого может служить внутренняя норма прибыльности (IRR) или чистое современное значение (NPV).

2. Выбор факторов, относительно которых разработчик инвестиционного проекта не имеет однозначного суждения (т. е. находится в состоянии неопределенности). Типичными являются следующие факторы:

- капитальные затраты и вложения в оборотные средства;
- рыночные факторы – цена товара и объем продаж;
- компоненты себестоимости продукции;
- время строительства и ввода в действие основных средств.

3. Установление номинальных и предельных (нижних и верхних) значений неопределенных факторов, выбранных на втором шаге процедуры. Предельных факторов может быть несколько, например 5% и 10% от номинального значения (всего четыре в данном случае).

4. Расчет ключевого показателя для всех выбранных предельных значений неопределенных факторов.

5. Построение графика чувствительности для всех неопределенных факторов. В западном инвестиционном менеджменте этот график носит название "Spider Graph". Данный график позволяет сделать вывод о наиболее критических факторах инвестиционного проекта, с тем чтобы в ходе его реализации обратить на эти факторы особое внимание в целях сокращения риска реализации инвестиционного проекта.

Метод анализа сценариев.

Анализ сценариев – это прием анализа риска, который наряду с базовым набором исходных данных проекта рассматривает ряд других наборов данных, которые, по мнению разработчиков, проекта могут иметь место в процессе реализации. В анализе сценария финансовый аналитик просит технического менеджера подобрать показатели при "плохом" стечении обстоятельств (малый объем продаж, низкая цена продажи, высокая себестоимость единицы товара и т. д.) и при "хорошем". После этого NPV при хороших и плохих условиях вычисляются и сравниваются по ожидаемым NPV.

Метод имитационного моделирования инвестиционных рисков.

Имитационное моделирование (Simulation) является одним из мощнейших методов анализа экономической системы.

В общем случае под имитацией понимают процесс проведения на ЭВМ экспериментов с математическими моделями сложных систем реального мира.

При анализе рисков инвестиционных проектов обычно в качестве базы для экспериментов используют прогнозные данные об объемах продаж, затратах, ценах и т.п.

При проведении финансового анализа часто применяются модели, содержащие случайные величины, поведение которых не детерминировано управлением или принимающимися решениями. Стохастическая имитация известна под названием "метод Монте-Карло".

Имитационное моделирование представляет собой серию численных экспериментов, призванных получить эмпирические оценки степени влияния различных факторов (исходных величин) на некоторые зависящие от них результаты (показатели).

В общем случае проведение имитационного эксперимента можно разбить на следующие этапы:

- 1 Установить взаимосвязи между исходными и выходными показателями в виде математического уравнения или неравенства.
- 2 Задать законы распределения вероятностей для ключевых параметров модели.
- 3 Провести компьютерную имитацию значений ключевых параметров модели.
- 4 Рассчитать основные характеристики распределений исходных и выходных показателей.
- 5 Провести анализ полученных результатов и принять решение.

Результаты имитационного эксперимента могут быть дополнены статистическим анализом, а также использоваться для построения прогнозных моделей сценариев.

Практическое применение данного метода продемонстрировало широкие возможности его использования в инвестиционном проектировании, особенно в условиях неопределённости и риска.

Метод деревьев решений.

Деревья решений (decision tree) обычно используются для анализа рисков проектов, имеющих обозримое или разумное число вариантов развития. Они особо полезны в ситуациях, когда решения, принимаемые в момент времени $t = n$, сильно зависят от решений, принятых ранее, и, в свою очередь, определяют сценарии дальнейшего развития событий.

Дерево решений имеет вид нагруженного графа, вершины его представляют ключевые состояния, в которых возникает необходимость выбора, а дуги (ветви дерева) - различные события (решения, последствия, операции), которые могут иметь место в ситуации, определяемой вершиной. Каждой дуге (ветви) дерева могут быть приписаны числовые характеристики (нагрузки), например величина платежа и вероятность его осуществления. В общем случае использование данного метода предполагает выполнение следующих шагов:

- 1 Для каждого момента времени t определяют проблему и все возможные варианты дальнейших событий.
- 2 Откладывают на дереве соответствующую проблеме вершину и исходящие из нее дуги.
- 3 Каждой исходящей дуге приписывают ее денежную и вероятностную оценки.
- 4 Исходя из значений всех вершин и дуг рассчитывают вероятное значение критерия NPV (либо IRR, PI).
- 5 Проводят анализ вероятностных распределений полученных результатов.

Ограничением практического использования данного метода является исходная предпосылка о том, что проект должен иметь обозримое или разумное число вариантов развития. Метод особенно полезен в ситуациях, когда решения, принимаемые в каждый момент времени, сильно зависят от решений, принятых ранее, и, в свою очередь, определяют сценарии дальнейшего развития событий.

5 Обзор существующих компьютерных систем

Для работы с электронной информацией, касающейся деятельности группы анализа эффективности инвестиционных проектов, необходимо иметь и соответствующее программное обеспечение (ПО).

Сегодня существует ряд компьютерных программ для расчета и сравнительного анализа инвестиционных проектов, как отечественных, так и зарубежных производителей [11], например, «Excel», «Анализ эффективности инвестиционных проектов 1.0», «Project expert 6 professional».

Ожидаемый результат использования данных программ:

- подготовка заключения, отвечающего требованиям отечественных и международных стандартов;
- накопление и систематизация информации, необходимой для анализа эффективности инвестиционных проектов;
- повышение эффективности обучения анализу инвестиционных проектов;
- сокращение сроков и затрат на обучение и формирование отчетов.

6 Знаниеориентированный подход в поддержке принятия решений при инвестировании частных предприятий

Из сценарных примеров обучающих знаний (СПОЗ) или таблицы эмпирических данных (ТЭД), которые содержат финансово-экономические критерии уже принятых ИП, под действием IND-оператора [8] формируем базу t-квантов знаний (БткЗ) [8]. Далее под действием DED-оператора [8] на входной вектор наблюдений, содержащий финансово-экономические критерии ИП, требующего решения, и БткЗ формируем t-квантовую сеть вывода решений (t-КСВР). t-КСВР представляет собой ориентированный граф, обладающий порядковой функцией. Вершины данного графа отвечают высказываниям из СПОЗ, а дуги указывают на причинно-следственные связи между узлами с логическими связками «И», «ИЛИ», «НЕ».

7 Вывод

Хорошее управление сегодня непременно требует от руководителей стратегического мышления и умения формировать, разрабатывать стратегию и, главное, успешно реализовывать ее.

Среди существующих методов принятия инвестиционного решения нет универсального метода.

Среди существующего программного обеспечения нет такого, которое могло бы окончательно решить проблему принятия решений в инвестиционной деятельности частных предприятий.

На основании описанных методов и моделей для реализации системы интеллектуальной поддержки принятия решений будут использованы операторный метод инженерии квантов знаний и модель КСВР, так как она учитывает весь опыт специалиста по данной области независимо от математического аппарата, и такие модель и метод впервые применяются для данной области – поддержки принятия решений в инвестировании частных предприятий.

Список литературы

- 1 Орлов А.И. Теория принятия решений: учеб. пособие/ А.И. Орлов – М.: Март, 2004.
- 2 Швайцер М. Экономика предприятия / М. Швайцер. – М: Инфра-М, 2001.

3 Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов / В.В. Ковалев. – М: Финансы и статистика, 2000.

4 Боди З. Принципы инвестиций / З. Боди, А. Кейн, А. Маркус. – М.: Изд. дом “Вильямс”, 2002.

5 Оценка эффективности инвестиционных проектов. Учеб.: <http://www.management.com.ua/finance/fin011.html>.

6 Минимальные пути в нагруженном графе. Электронная статья: <http://vladimir-proff.narod.ru/Works/Diplom/Course/Html/L3P3.html>

7 Сайт «Региональной коллекции республики Карелия»: Электронная презентация «Модели представления данных»: http://sc.karelia.ru/dlrstore/767ead87-2140-393a-1e6b-48766eb1b47c/Inform_model.ppt.

8 Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления / И.Б. Сироджа. – К.: Наук. думка, 2002. – 424 с.

9 Система дистанционного бизнес-образования. Тема 8. Определение коммерческого риска при инвестициях в инновационную деятельность и методы его уменьшения: <http://www.technopark.by/business/227.html>

10 Электронная статья в виде учебника. Тема 11. Нечеткая логика: http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11_rus.htm.

11 Прикладное программное обеспечение. Электронная статья: http://anechka-project.narod.ru/prikladnoe_programmnoe_obespechenie.htm.

Рецензент: д.т.н., проф., зав.каф. экономического моделирования В.М. Вартамян, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

Моделі та методи комп'ютерної підтримки прийняття рішень в інвестуванні приватних підприємств

Викладено проблему комп'ютерної підтримки прийняття рішень в інвестуванні приватних підприємств. Описано існуючі моделі та методи комп'ютерної підтримки прийняття рішень в інвестуванні приватних підприємств. Наведено теоретичне обґрунтування знанняорієнтованого підходу в комп'ютерній підтримці прийняття рішень при інвестуванні приватних підприємств.

Ключові слова: штучний інтелект, підтримка прийняття рішень, база точних знань, інвестиційний проект, приватні підприємства.

Models and methods for computer decision support in investment of private enterprise

The problems of computer decision support in the investment of private enterprises. It is described existing models and methods of computer decision support in investing private enterprises. It is brought theoretical motivation of knowledge-oriented approach in a computer decision support for the investment of private enterprises.

Keywords: artificial intelligence, decision support, the base of the exact knowledges, investment project, private enterprise.