

Использование байесовских интеллектуальных технологий для оценки рисков инвестиционного проекта в программной среде «Инфоаналитик»

Д. А. Королева

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University
student-queen@yandex.ru

Аннотация. Использование теории нечетких множеств позволяет определить допустимые параметры взаимосвязанных изменений, предварительно устанавливая выверенные правила образования суждения об интегрированной оценке финансовых изменений. Формируется объективная оценка без отрыва от нефинансовой информации о расширении рынка сбыта, использовании новых ключевых компетенций, появлении образовавшихся конкурентных преимуществ – нарастающем стратегическом потенциале развития, причем с цифровым отображением интервальных значений функции принадлежности, представляющей степень завершенности организационно-технических мероприятий, определяющих рост стратегического потенциала, после полной реализации процессов развития

Ключевые слова: интеллектуальные технологии; байесовские сети; теория нечетких множеств; инфоаналитик

I. ВВЕДЕНИЕ

Эффективность выбора решений в информационно-аналитических системах напрямую зависит от оптимизационной мощности и адаптивности к условиям принятия решений математического аппарата, реализованного в них. Рассмотрим схему формирования математической модели при принятии решений. Для этого определим основные компоненты модели принятия решений. Представим объект управления или оценивания как сложную динамически развивающуюся систему G_{oit} с набором свойств $\{Q_{oit}\}$ и отношений $\{R_{ojt}\}$, среду функционирования или жизнедеятельности объекта как сложную динамически развивающуюся систему Get с набором свойств $\{Q_{eit}\}$ и отношений $\{R_{eit}\}$, а также управляющую систему или лицо, принимающее решение, как сложную динамически развивающуюся систему Gat со свойствами $\{Q_{ait}\}$ и отношениями $\{R_{ajt}\}$.

Индекс t определяет момент времени для модели сложной динамически развивающейся системы. Индексы i , j в реальности стремятся к бесконечности, а в соответствующих моделях G_{oit} , Get и Gat они ограничены значениями I_{oit} , I_{eit} , I_{ajt} , которые в каждый момент времени $t=tk$ определяют степень полноты и адекватности моделей. Под объектом оценивания или управления можно понимать природные (абиотические и

биотические) и антропогенные (техногенные, социально-экономические объекты и процессы), под средой функционирования, обитания или жизнедеятельности природную или техногенную (производственную, социальную, ландшафтную и др. среды), под системой управления (или управляющей, управленческой системой) – техническую, социально-политическую, природную среду или лиц принимающих решения.

Объект управления является в общем случае сложной динамически развивающейся системой и может быть активным или пассивным по отношению к среде и управляющей системе. Таким образом, в сложных задачах, адекватную детализированную математическую модель объекта управления определить нельзя.

Однако для практических задач можно установить уровень детализации, который позволит создать в рамках конкретных ограничений, требований и набора критериев квазиадекватные математические модели объекта управления, среды, управляющей системы, устойчивые в пределах перечисленных составляющих процесса принятия решений. При этом необходимо определить метрологические характеристики моделей и решений, устанавливающие степень адекватности, полноты и достоверности моделей.

В условиях вышеуказанной неопределенности методологической основой для создания моделей сложных динамически развивающихся систем может служить регулирующий байесовский подход. Его преимущества состоят в его способности обеспечивать получение устойчивых оценок и моделей в условиях малых выборок, разнотипной информации, значительной неточности данных и нечеткости знаний об управляющей системе, объекте управления и среде. Как правило, в задачах математического моделирования сложных систем априорных знаний недостаточно, и привлекают имеющиеся экспериментальные сведения и данные.

Для решения любой задачи управления сложным объектом, к которым, безусловно, относятся и рассматриваемый инвестиционный проект необходимо четко определить этапы получения решения. Концептуальная модель получения решения на основе байесовских интеллектуальных технологий может быть записана в виде формулы:

$$Q=Q1*Q2*Q3* Q4*Q5*Q6*Q7* Q8*Q9*Q10*Q11 \quad (1)$$

где Q – комплексное решение задачи, Q1 – определение целей, ограничений, требований для решения поставленной задачи, Q2 – создание концептуальной модели объекта с динамическими ограничениями, Q3 – выбор системы сбалансированных показателей, Q4 – определение измеряемых показателей, Q5 – построение шкал с динамическими ограничениями, Q6 – инвентаризация исходной информации, Q7 – определение динамики и динамических моделей, трендов и тенденций развития ситуаций и бизнес процессов на объекте и среде его функционирования, Q8 – оценка рисков бизнес процесса, Q9 – интерпретация сложившейся ситуации, Q10 – генерация рекомендаций для улучшения бизнес процессов, Q11 – проверка эффективности [32].

При принятии оценочных и управленческих решений необходим инструмент, позволяющий на основании сформированного запроса в приемлемый интервал времени находить максимально полные, объективные и достоверные решения. Применение байесовских интеллектуальных технологий, предназначенных для работы в условиях значительной неопределенности, позволяет решать вышеуказанные задачи. Методология байесовских интеллектуальных технологий используется в концепции управления объектами как основа для генерации управленческих решений и технологий их реализации. В этом случае инструментом, при помощи которого возможно провести работу с данными такого характера, становится программный комплекс «Инфоаналитик».

Понятие модели с динамическими ограничениями и шкалы с динамическими ограничениями байесовских интеллектуальных измерений является ключевым для системы «Инфоаналитик». Шкалы с динамическими ограничениями – это измерительные шкалы, реперы которых могут быть различны по элементам, значениям, оценкам, формам. Они предполагают наличие альтернативных оценок с разной степенью вероятности и характеризуются изменчивостью своих характеристик, таких как диапазон, число реперов, нормы, контроля. Для построения модели с динамическими ограничениями определяются контролируемые и измеряемые свойства объекта и среды, а также взаимоотношения между ними. Априорная неопределенность исходной информации может рассматриваться как измерительная ситуация восстановления измеряемых характеристик по неполной информации. Задачи моделирования объекта по неполной исходной информации могут быть представлены как некорректные обратные задачи восстановления модельной зависимости (причин) по экспериментальным данным (их следствиям), а получаемые решения неустойчивыми. Для обеспечения устойчивого решения такие задачи требуют применения регуляризирующих схем. Регуляризация обеспечивается за счет замены функции правдоподобия на функцию распределения гипотез и путем введения математического аппарата создания, преобразования и передачи шкал с динамическими ограничениями, на которых происходит получение, хранение,

преобразование, передача и интерпретация данных и знаний, необходимых для формирования моделей.

Таким образом, основная идея регуляризирующего подхода состоит в применении шкалирования, метризирующего пространство решений.

Проведем анализ инвестиционного проекта в программной среде «Инфоаналитик». В программе можно разработать и смоделировать любую ситуацию, путем создания дерева факторов, которые описывают проект или сложившуюся ситуацию.

Поэтому для проведения анализа инвестиционного проекта ООО «ДДП» изначально необходимо разработать данное дерево факторов, описывающее представленный инвестиционный проект.

Для этого воспользуемся разработанными во второй главе прогнозным отчетом о финансовых результатах и прогнозным отчетом о движении денежных средств, также в отдельный блок выведем рассчитанную финансовую эффективность инвестиционного проекта.

С позиции данных выделяем следующие блоки факторов: прогнозный отчет о финансовых результатах, где главным фактором выделена «Нераспределенная прибыль»; прогнозный отчет о движении денежных средств, где главным фактором выделен «Кумулятивный поток денежных средств на конец периода» с выделением операционной, инвестиционной и финансовой деятельности; финансовая эффективность инвестиционного проекта с главным фактором «аккумулированный дисконтированный денежный поток для инвестиционного капитала нарастающим итогом»

Описанное решение выглядит в программе так, как представлено на рис. 1 и 2. Данные представлены на 31.12.2017, т.е. за первый год реализации проекта

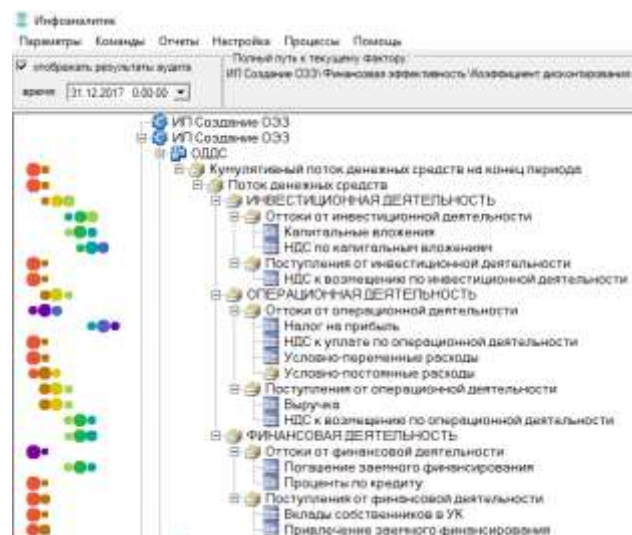


Рис. 1. Дерево факторов отчета о движении денежных средств

(Источник: разработано автором)



Рис. 2. Дерево факторов отчета о финансовых результатах и финансовой эффективности

(Источник: разработано автором)

После создания данного дерева факторов необходимо занести статистическую информацию, описывающую каждый фактор. Подобная выгрузка происходит через функцию импорта из программы Microsoft Excel. Импортируются данные в программу из финансовой модели инвестиционного проекта. После загрузки информации и проведения шкалирования каждого показателя в левой панели отображается аудит факторов, т.е. в графической интерпретации сообщается о характеристике данного фактора (ниже или выше нормы) в определенный момент времени. Зеленое значение говорит об удовлетворительном состоянии фактора, красное значение – о неудовлетворительном состоянии фактора, а фиолетовое – о крайне благоприятном состоянии. Проведенный анализ показателей показывает, что в начале реализации проекта его показатели находятся в критических значениях, активно идет инвестиционная фаза проекта, привлекая значительные объемы финансирования.

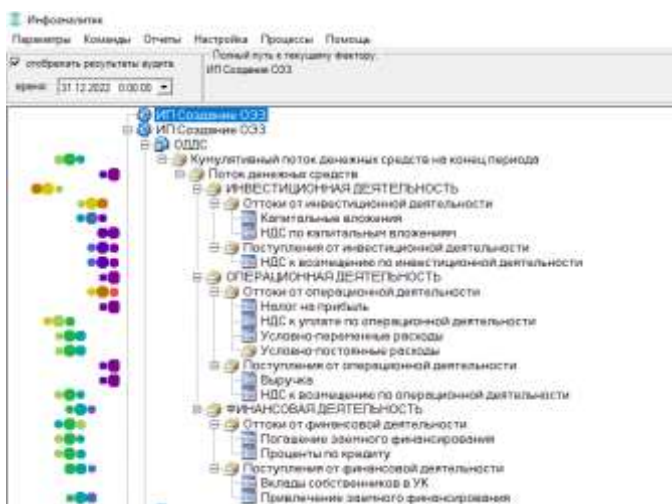


Рис. 3. показатели инвестиционного проекта на 31.12.2022

(Источник: разработано автором)

На рис. 4 представлены те же показатели, приходящиеся на середину инвестиционного проекта. К середине реализации проекта достигается пик инвестиционной деятельности – происходит осуществление наибольшего объема инвестиций, при этом это возможно именно за счет активной операционной

деятельности, показатели прибыли оптимально высоки; затраты организации значительно возрастают. А на рис. 4 представлены показатели инвестиционного проекта на 31.12.2026

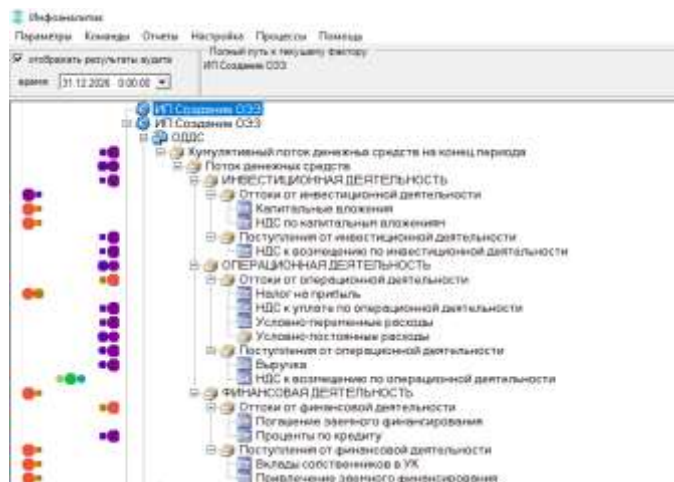


Рис. 4. показатели инвестиционного проекта на 31.12.2026

(Источник: разработано автором)

В конце реализации проекта большинство рассматриваемых показатели демонстрируют пик своего развития, за исключением инвестиционных затрат и поступления финансирования, проект находится в завершающей фазе. Проанализируем характеристики показателей денежных потоков от операционной, инвестиционной и финансовой деятельности, а также нераспределенной прибыли и аккумулированного дисконтированного денежного потока для инвестиционного капитала нарастающим итогом на 31.12.2017 и 31.12.2022, т.е. на начало и середину реализации проекта. Характеристика денежного потока от операционной деятельности представлена на рис. 5 и 6.



Рис. 5. операционный денежный поток на 31.12.2017

(Источник: разработано автором)

В начале деятельности величина операционного денежного потока значительно ниже нормы с вероятностью 71 % и колеблется в пределах 500–600 млн. руб., но уже к середине реализации проекта ожидается, что операционный денежный поток будет предельно выше

нормы и колебаться в пределах 1 млрд. руб. с вероятностью 98%.



Рис. 6. операционный денежный поток на 31.12.2022

(Источник: разработано автором)

Характеристика денежного потока от инвестиционной деятельности представлена на рис. 7 и 8



Рис. 7. инвестиционный денежный поток на 31.12.2017

(Источник: разработано автором)



Рис. 8. инвестиционный денежный поток на 31.12.2022

(Источник: разработано автором)

В начале инвестиционной деятельности величина инвестиционного денежного потока значительно ниже нормы с вероятностью 54 % и колеблется в пределах 400-500 млн. руб., и к середине реализации проекта ожидается, что инвестиционный денежный поток будет значительно

ниже нормы и колебаться в пределах 400–500 млн. руб. с вероятностью 58%. Аналогичным образом представляются данные по каждому показателю. Подобная интерпретация показателей позволяет всесторонне проанализировать инвестиционный проект и оценить вероятность получения ожидаемого дохода в тот или иной момент времени. Так, например, вероятность того, что NPV по проекту ООО «ДДП» к середине реализации проекта будет ниже нормы и колебаться в пределах 600 млн. руб., составляет 75%, при этом вероятность того, что данное значение будет находиться в пределах нормы 10%. В работе было произведено имитационное моделирование по методу Монте-Карло – это наиболее мощный метод оценки и учета рисков при принятии инвестиционного решения. В процессе реализации этого метода происходит проигрывание достаточно большого количества вариантов (в данной работе было проиграно 5000 вариантов). В основе данного метода лежит задание диапазона для объема продаж, цены и переменных затрат. Для каждого опыта величина выбирается случайно из заданного диапазона, а затем рассчитывается чистая приведенная стоимость.

В результате проведенного исследования для анализируемого инвестиционного проекта был сделан вывод о высокой рискованности проекта, вероятность получения убытков составляет 94%. Таким образом, использование байесовских интеллектуальных технологий для анализа эффективности инвестиционного проекта позволяют детально рассмотреть инвестиционный проект со всех возможных сторон в условиях значительной неопределенности, а также оценить вероятность наступления того или иного события в проекте, показать разбросы получаемых величин, что в дальнейшем способствует более обоснованному и обдуманному инвестиционному решению. Оценка инвестиционного проекта подобным методом возможна при наличии определенного программного комплекса «Инфоаналитик».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Акматкулов АА Имитационные методы и модели как метод познания. // Бенефициар. 2017 № 10. С 45-49.
- [2] Рутковская Д, Пилинский М, Рутковский Л Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Пер с польск И Д Рудинского. М: Горячая линия -Телеком, 2006. 452 с
- [3] Звягин Л.С. Мягкие имитационные модели региональных экономических систем// Мягкие измерения и вычисления. 2018. № 10. С. 41-46.
- [4] Звягин Л.С. Современные тенденции в развитии концепции мягких измерений// Системный анализ в экономике – 2018: Сборник трудов V Международной научно-практической конференции-биеннале / Под общей ред. Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. 2018. С. 251-254.
- [5] Звягин ЛС Байесовский подход в современном экономическом анализе и имитационном моделировании// Мягкие измерения и вычисления. 2018. № 1. С. 17-26.
- [6] Понамаренко С.С., Севастьянова С.А. Имитационное моделирование оптимизационных задач экономики. Наука XXI века: актуальные направления развития. 2016. № 2-1. С. 61-62.