

Экономико-математическое моделирование

УДК 336:004

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ЦЕЛЕЙ И РИСКОВ ПРОЕКТОВ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Д. А. ГРАДУСОВ,

кандидат экономических наук,
доцент кафедры управления и информатики
в технических и экономических системах

E-mail: gradusov@vlsu.ru

А. В. ШУТОВ,

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры информатики
и информационных технологий в образовании

E-mail: a1981@mail.ru

Д. П. АНЦУПОВА,

студентка факультета информационных технологий

E-mail: darya.antsupova@mail.ru

Владимирский государственный университет
им. Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых

Статья посвящена актуальной проблеме оценки эффективности проектов внедрения интегрированной системы управления предприятием. Разработана методика моделирования взаимовлияний целей проекта и его рисков, основанная на использовании нечетких когнитивных карт.

Ключевые слова: интегрированная система управления предприятием, ИСУП, сбалансированная система показателей, эффективность, внедрение, когнитивное моделирование, нечеткая когнитивная карта, экспертная оценка.

Что такое интегрированная система управления предприятием

Интегрированная система управления предприятием (ИСУП) — это комплекс пакетов программного обеспечения с различной функциональностью (управление производством, продажами, финансами), она может быть настроена согласно нуждам конкретного предприятия. Термин «ИСУП» обычно употребляется в собирательном значении, обозначая программное обеспечение, которое рабо-

тает в компьютерной среде и выполняет некоторые функции, облегчающие принятие решений по управлению компанией [5].

Интегрированная система управления предприятием является в настоящее время одной из важнейших составляющих успешного развития бизнеса. Если эта система выбрана и реализована правильно, она помогает устранить многие недостатки в управлении, а именно [6]:

- разобщенность управленческих и информационных технологий;
- несоответствие систем планирования и контроля;
- неэффективность управления затратами;
- неэффективность использования финансовых ресурсов (из-за отсутствия в нужные сроки выведенной информации о запасах и затратах) и др.

Главным достоинством ИСУП является ее способность существенно снизить финансовые, временные издержки, максимально оптимизировать управление бизнес-структурой организации. Оптимизация управления такой структурой предполагает изменения в деятельности компании, направленные на повышение эффективности существующих бизнес-процессов.

Любой проект по внедрению ИСУП можно рассматривать как долгосрочный инвестиционный проект, поскольку подобного рода системы требуют крупных финансовых вложений, складывающихся из стоимости самой системы, стоимости технических средств и стоимости самого внедрения. В связи с этим особенно актуальным становится вопрос оценки эффективности работы внедряемой ИСУП еще на этапе планирования внедрения. Под эффективностью ИСУП понимается степень улучшения базовых стратегических показателей деятельности организации (величина затрат, длительность производственного цикла, себестоимость продукции и т. п.) [5].

В силу новизны таких систем, сложностей в адаптации к конкретным условиям, низкой информированности о функционировании внедрению ИСУП часто сопутствуют проблемы и ошибки, которые могут свести к нулю полученный экономический эффект от внедрения системы.

В настоящее время для оценки экономического эффекта от внедрения информационных технологий ведущие компании используют показатели эффективности, которые позволяют косвенно оценить преимущества использования той или иной

системы. Среди таких показателей могут быть следующие [1]:

- показатель совокупной стоимости владения информационной системой (ТСО);
- показатели экономической эффективности от удовлетворения потребностей бизнеса (внутренняя норма доходности и т. п.);
- коэффициенты возврата инвестиций в инфраструктуру предприятия *ROI*;
- другие показатели (*NPV* — чистая текущая стоимость, *IRR* — внутренняя норма доходности, *Payback Period* — срок окупаемости).

Все показатели позволяют сопоставить выгоды от внедрения системы с совокупными затратами. При необходимости их список может быть расширен. Эти подходы обладают серьезным недостатком. Многие показатели (в первую очередь выгоды) нельзя оценить в количественном выражении на стадии принятия решения о выборе системы.

Еще одна особенность оценки эффективности ИСУП заключается в том, что далеко не всегда удается получить показатели эффективности в точном количественном выражении, а намного удобнее использовать нечеткие значения этих показателей.

Предлагаемая методика прогнозирования эффективности внедрения ИСУП

Предлагается использовать более универсальную методику прогнозирования. Она включает четыре этапа:

- 1) определение и оценка целей внедрения ИСУП;
- 2) определение и оценка рисков проекта внедрения ИСУП;
- 3) моделирование и оценка взаимовлияний целей проекта на его риски;
- 4) анализ результатов моделирования, проведенного на третьем этапе.

Рассмотрим эти этапы более подробно.

Определение и оценка целей внедрения ИСУП.

Для определения и оценки целей внедрения ИСУП предлагается использовать сбалансированную систему показателей [4] в комбинации с аппаратом нечетких множеств.

Данная методика была предложена и описана в работе [8]. В ней были выделены основные стратегические цели внедрения ИСУП и предложена

методика получения их нечеткой количественной оценки на основе опроса экспертов.

Стратегическими целями проекта внедрения можно считать количественные и качественные ориентиры компании, определенные с точки зрения стратегии бизнеса, которых она стремится достичь. Цели должны быть таковы, чтобы их можно было измерять и оценивать.

Основная идея методики сбалансированной системы показателей в том, что при разработке проекта внедрения ИСУП организация в первую очередь должна четко определиться с целями, на которые ориентирован проект. При этом учитываются как количественные, так и качественные (нематериальные) показатели. Исследование этих показателей строится на основе экспертных оценок. Это дает преимущество перед другими методами, так как позволяет легко получить достаточно адекватные нечеткие оценки показателей эффективности.

Для оценки эффективности внедрения ИСУП предлагается использовать стратегические цели, сгруппированные по перспективам развития (табл. 1) [8].

Приведенный список не является окончательным и может быть изменен при анализе конкретных проектов.

Определение и оценка рисков проекта внедрения ИСУП. Помимо стратегических целей, достижение которых в дальнейшем обеспечит внедряемая ИСУП, для предприятия существует ряд проблем или рисков, которые также крайне важно учитывать.

Риск — это потенциальная, численно измеримая возможность неблагоприятных ситуаций и связанных с ними последствий в виде потерь, ущерба, убытков в связи с неопределенностью. Риски проекта внедрения ИСУП связывают с тем, что реализация проекта приведет к убыткам, и рассматривают как меру рассеяния полученных в результате прогноза оценочных показателей рассматриваемого проекта. Риск также сопоставляют с опасностью того, что цель проекта не будет достигнута в намеченном объеме.

Не учитывая влияние рисков на конечный результат, аналитики могут упустить некоторые аспекты будущего внедрения и получить некорректные прогнозы будущих показателей эффективности, т. е. значительное отклонение прогнозируемых величин от реально полученных. Их оценка должна основываться на анализе целей внедрения (их достижимости и полученного экономического эффекта от успешной реализации) и рисков внедрения.

Существует большое количество методик выявления и оценки рисков (SWOT-анализ, статистические методы, экспертные оценки и т. д.). Одна из работоспособных методик, основанная на нечетких экспертных оценках рисков, была предложена в работе [9]. Согласно этой методике общие риски, характерные для любого проекта внедрения информационной системы, в частности ИСУП, представлены в табл. 2.

Моделирование и оценка взаимовлияний целей проекта на его риски. Не вызывает сомнения, что каждый риск влияет на достижение одной конкрет-

Таблица 1

Стратегические цели компании, достигаемые посредством внедрения ИСУП

Перспектива	Стратегическая цель
Финансы	Рост прибыли f_1
	Снижение затрат f_2
	Совершенствование управления активами f_3
Клиенты	Повышение лояльности клиентов f_4
	Расширение клиентской базы f_5
	Увеличение прибыльности операций с клиентами f_6
Процессы	Своевременная поставка продукции f_7
	Сокращение производственного цикла f_8
	Сокращение сроков ввода в производство новых продуктовых линеек f_9
	Снижение уровня запасов f_{10}
	Повышение эффективности управления рисками f_{11} (характеризуется соотношением между затратами на управление рисками и степенью снижения будущих убытков)
	Улучшение качества продукции f_{12}
Персонал и инновации	Повышение квалификации сотрудников f_{13}
	Повышение продуктивности труда f_{14}
	Создание корпоративной культуры f_{15}

Таблица 2

Риски при внедрении ИСУП

Этап внедрения	Риск
Организация проекта внедрения	Риск исполнения, связанный с командой внедрения g_1
Внедрение системы	Риск перехода на новую систему g_2
	Отказ и сбои в работе оборудования g_3
	Ошибки в настройке системы и ее функциональности g_4
	Риск некорректного ввода данных в систему g_5
	Риск несоответствия выбранной методологии внедрения g_6
Принятие решения о внедрении системы	Интеграционный риск g_7
	Риск, связанный с поддержкой руководства g_8
Выбор системы	Риск несоответствия поставленным целям проекта g_9
	Внутриполитический риск g_{10}
	Риск неправильного выбора системы g_{11}
Планирование проекта внедрения системы	Риск, связанный с консультантами g_{12}
	Риск необходимости осуществления преобразований g_{13}

ной или комплекса целей, и наоборот. Это явление понимается авторами как взаимовлияние рисков и целей проектов внедрения ИСУП. В связи с этим для прогнозирования эффективности внедрения необходимо совместное изучение рисков и целей внедрения ИСУП.

Авторами предлагается новая методика оценки взаимовлияния рисков и целей проекта внедрения ИСУП, основанная на экспертных опросах и представлении результатов моделирования в виде нечеткой когнитивной карты (НKK).

Анализ результатов моделирования, проведенного на третьем этапе. Анализ полученной НKK позволяет более подробно описать предметную область, изучить закономерности и взаимовлияния рисков и целей, а также спрогнозировать будущую эффективность проекта. Существуют следующие методы анализа НKK [3]: анализ влияний, анализ динамики изменения состояния (прогноз развития ситуации), анализ устойчивости, сценарный анализ, поиск управляющих воздействий, поддержка объяснений, оценивания и интерпретации прогнозов развития ситуации.

Методы оценки взаимовлияния целей и рисков

Для оценки взаимовлияния рисков и целей можно использовать широко известные общие методы, обычно используемые для оценки рисков или прогнозирования степени достижения целей. Рассмотрим некоторые из этих методов.

Выделяют две группы методов — статистические и аналитические.

Суть *статистических методов* оценки влияния рисков на цели заключается в получении оценок на основе статистических данных предшествующего периода.

Достоинством статистических методов является возможность анализировать и оценивать различные варианты развития событий и учитывать разные факторы рисков в рамках одного подхода.

Возможно применение следующих статистических методов: оценка вероятности исполнения, деревья решений, имитационное моделирование.

Метод оценки вероятности исполнения позволяет дать упрощенную статистическую оценку вероятности реализации какой-либо цели путем расчета доли влияющих на нее выполненных и невыполненных целей, а также связанных с ней рисков.

Деревья решений обычно используются для анализа событий, имеющих обозримое или разумное число вариантов развития. Они позволяют описать качественные взаимосвязи целей и рисков и определяют сценарии дальнейшего развития событий.

Имитационное моделирование является одним из мощнейших методов анализа экономической системы. В общем случае под ним понимается процесс проведения на ЭВМ экспериментов с математическими моделями сложных систем реального мира. Имитационное моделирование используется в тех случаях, когда проведение реальных экспериментов, например с экономическими системами, неразумно, требует значительных затрат и/или неосуществимо на практике. Кроме того, часто практически невыполним или требует значительных затрат сбор

необходимой информации для принятия решений. В подобных случаях отсутствующие фактические данные заменяются величинами, полученными в процессе имитационного эксперимента, т. е. генерированными компьютером.

Все статистические методы обладают существенным недостатком — предполагают необходимость использования в них вероятностных характеристик и необходимость наличия данных предыдущих периодов, что не всегда реализуемо для проектов ИТ.

Аналитические методы позволяют определить вероятность возникновения потерь на основе математических моделей. Возможно использование таких методов, как анализ чувствительности, метод сценариев, метод экспертных оценок, метод аналогов.

Анализ чувствительности сводится к исследованию зависимости некоторого результирующего показателя (цели или риска) от вариации значений показателей, участвующих в его определении. Другими словами, этот метод позволяет получить ответы на вопросы: что будет с результирующей величиной (целью), если изменится значение некоторой исходной величины (риска); как изменится оценка риска при изменении определенной цели?

Метод сценариев позволяет совместить исследование чувствительности результирующего показателя с анализом вероятностных оценок его отклонений. С помощью этого метода можно получить достаточно наглядную картину для различных вариантов событий. Он представляет собой развитие методики анализа чувствительности, так как включает одновременное изменение нескольких факторов.

Метод экспертных оценок. Представляет собой комплекс логических и математико-статистических методов и процедур по обработке результатов опроса группы экспертов, причем результаты опроса являются единственным источником информации. В этом случае возникает возможность использования интуиции, жизненного и профессионального опыта участников опроса. Метод используется в том случае, если недостаток или полное отсутствие информации не позволяют использовать другие возможности. Метод базируется на проведении опроса нескольких независимых экспертов для определения влияния различных факторов риска на степень достижения цели. Основным ограничением в использовании метода является сложность в подборе необходимой группы экспертов.

Метод аналогов используется в том случае, когда применение иных методов по каким-либо причинам неприемлемо. Метод использует базу данных аналогичных объектов для выявления общих зависимостей и переноса их на исследуемый объект [7].

На основании проведенного анализа предлагается проводить оценку влияния рисков на цели внедрения ИСУП на основе экспертных оценок, так как в области внедрения сложно и неэффективно использовать статистические данные (ввиду индивидуальности каждого проекта внедрения), зачастую отсутствуют какие-либо исторические данные, на которых можно было бы основывать оценку. Следует учитывать, что для значений ряда рисков и целей можно дать только вербальное описание, а для остальных можно дать лишь приближенную количественную оценку. Для решения этой проблемы предлагается формализовать ответы экспертов на языке нечетких множеств.

Построение нечеткой когнитивной карты для анализа взаимовлияний рисков и целей

Для анализа влияния рисков на цели внедрения предлагается использовать метод нечеткого когнитивного моделирования, так как он сочетает преимущества метода экспертных оценок с наглядностью полученных результатов анализа.

В рамках когнитивной модели информация о системе представляется в виде набора понятий (факторов) и связывающей их причинно-следственной сети, называемой когнитивной картой. Карта отражает субъективные представления эксперта или группы экспертов о законах и закономерностях, присущих моделируемой системе. Построение когнитивной карты моделируемой системы фактически означает снятие неопределенности за счет формирования модели знаний аналитика об этой системе. К построенной карте применяются методы аналитической обработки, ориентированные на исследование структуры системы и получение прогнозов ее поведения при различных управляющих воздействиях.

Таким образом, процесс когнитивного моделирования происходит на двух уровнях — концептуальном и математическом. Вначале эксперт, исходя из своих знаний и представлений о предметной области, формирует ее понятийную модель в виде

набора понятий и причинно-следственных связей между ними (концептуальный уровень). Затем эта модель представляется в виде когнитивной карты, обработка которой ведется на уровне математического моделирования. Полученные результаты должны быть истолкованы в терминах предметной области (возврат на концептуальный уровень) [7].

Базовым элементом классической когнитивной карты является связь, описывающая влияние одного концепта e_i («входной» концепт/концепт-источник/концепт-причина) на другой концепт e_j («выходной» концепт/концепт-приемник/концепт-следствие). Направленность этой связи w_{ij} означает, что концепт-источник влияет на концепт-приемник, т.е. изменение значений (состояний) концепта-источника приводит к изменению значений (состояний) концепта-приемника.

Когнитивная модель основана на формализации причинно-следственных связей между характеристиками (концептами) исследуемой системы. Результатом формализации является представление системы в виде причинно-следственной сети, называемой когнитивной картой и имеющей вид

$$G = \langle E, W \rangle,$$

где $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ — множество факторов, называемых также концептами;

W — бинарное отношение на множестве E , которое задает набор связей между его элементами.

Элементы e_i и e_j считаются связанными отношением W (обозначается $(e_i, e_j) \in W$ или $e_i W e_j$), если изменение значения концепта e_i (причины) приводит к изменению значения концепта e_j (следствия). В соответствии с терминологией когнитивного моделирования в этом случае говорят, что концепт e_i влияет на концепт e_j . Если увеличение значения концепта-причины приводит к увеличению значения концепта-следствия, то влияние считается положительным (усиление), если же значение уменьшается — отрицательным (торможение). Тем самым отношение W можно представить в виде объединения двух непересекающихся подмножеств $W = W^+ \cup W^-$, где W^+ — множество положительных, а W^- — множество отрицательных связей. Сами концепты при этом могут задавать как относительные (качественные) показатели (популярность, социальная напряженность), так и абсолютные измеримые величины (численность населения, цена и др.).

Понятие нечеткой когнитивной карты представляет расширение классического понятия ког-

нитивной карты. Расширение основано на весьма естественных предположениях: взаимовлияния между концептами могут различаться по интенсивности; интенсивность любого влияния может изменяться с течением времени. Поэтому вводится показатель интенсивности влияния, и от обычного (классического) отношения переходим к нечеткому отношению W , элементы W_{ij} которого характеризуют направление и степень интенсивности (вес) влияния между концептами e_i и e_j

$$W_{ij} = w(e_i, e_j),$$

где w — нормированный показатель интенсивности влияния (характеристическая функция отношения W), обладающий следующими свойствами:

$$a) -1 \leq W_{ij} \leq 1;$$

b) $W_{ij} = 0$, если e_i не зависит от e_j (влияние отсутствует);

c) $W_{ij} = 1$ при наибольшем положительном влиянии e_i на e_j , т.е. когда любая реализация изменений в системе, связанных с концептом e_j , однозначно определяется действиями, связанными с концептом e_i ;

d) $W_{ij} = -1$ при наибольшем отрицательном влиянии, т.е. когда любая реализация изменений, связанных с концептом e_j , однозначно сдерживается действиями, связанными с концептом e_i ;

e) W_{ij} принимает значение из интервала $(-1, 1)$ при промежуточной степени положительного или отрицательного влияния.

Особенность предлагаемого метода в том, что веса влияния концептов задаются нечеткими числами в отличие от классического понимания нечетких когнитивных карт.

Легко видеть, что нечеткая когнитивная карта допускает наглядное представление в виде взвешенного ориентированного графа, вершины которого соответствуют элементам множества E (концептам), а дуги — ненулевым элементам отношения W (причинно-следственным связям). Каждая дуга имеет вес, задаваемый соответствующим значением W_{ij} . Само отношение W представимо в виде матрицы размерности $n \times n$ (n — число концептов в системе), которая может рассматриваться как матрица смежности данного графа и называется когнитивной матрицей.

Процесс когнитивного моделирования начинается с построения когнитивной карты исследуемой системы на основе экспертной информации. На следующем этапе происходит само моделирование, основными целями которого являются формирова-

ние и проверка гипотез о структуре исследуемой системы, позволяющих объяснить ее поведение, а также выработка тех стратегий поведения, которые удовлетворяют заданным ограничениям [7].

При построении нечеткой когнитивной карты эксперту необходимо отвечать на множество вопросов, которые можно в общем виде описать двумя вопросами-шаблонами:

– есть ли причинно-следственная связь между факторами A и B , если есть, то какой из факторов является причиной, а какой — следствием?

– если связь существует, то насколько она сильна?

При анализе качественных показателей экспертам трудно дать какую-то количественную оценку. Их оценки представляют собой вербальное описание и вследствие этого — нечеткое. Одним из способов формализации вербальных величин и преобразования их в количественные, допускающие применение математических методов, является теория нечетких множеств Л. А. Заде [2].

В предлагаемой эксперту анкете каждому показателю ставится в соответствие множество вариантов оценки, представляющих собой качественные суждения, характеризующие степень выраженности этого показателя. Возможные значения показателя могут быть заданы двумя способами: в абсолютных величинах (например, годовая прибыль составит 100 тыс. ден. ед.) и в процентах относительно текущего уровня (например, годовая прибыль вырастет на 30%).

Предположим, что необходимо определить степень влияния риска, связанного с командой внедрения, на рост прибыли. При этом возможны следующие варианты оценки:

- влияние отсутствует;
- минимально возможное влияние (практически отсутствует);
- слабое влияние;
- существенное влияние;
- сильное влияние;
- максимально возможное влияние.

Эксперт должен не только выбрать правильный, по его мнению, вариант, но и конкретизировать его количественно. Чтобы облегчить экспертам процесс задания степени уверенности, к анкете можно приложить вербально-числовую шкалу, характеризующую степень выраженности каких-либо свойств (табл. 3).

Пример заполнения анкеты представлен в табл. 4. Результаты опроса, проведенного по изло-

Таблица 3

Вербально-числовая шкала степени выраженности любых свойств

Степень уверенности	Числовое значение
Очень высокая	0,80—1,00
Высокая	0,64—0,80
Средняя	0,37—0,64
Низкая	0,20—0,37
Очень низкая	0,00—0,20

Таблица 4

Пример заполненного экспертом фрагмента анкеты

Вариант оценки	Возможные степени влияния риска, связанного с командой внедрения, на рост прибыли, %						
	5	20	35	50	65	80	95
Отсутствует							
Минимально возможное							
Слабое							
Существенное							
Высокое	0	0	0	0,2	1,0	0,8	0
Очень высокое							

женной методике, формализуются согласно теории нечетких множеств.

Пример, представленный в табл. 4, можно также описать при помощи функции принадлежности нечеткого множества (рис. 1).

Предположим, что опрашивается K экспертов, и анкета содержит P показателей. Тогда каждому показателю можно поставить в соответствие лингвистическую переменную $L = (L_i)$. Значениями переменной L являются варианты оценки L_i ($i = \overline{1, I}$), где I — количество вариантов оценки каждого показателя. В нашем случае $I = 6$ и L_1 — очень высокая, L_2 — высокая, ..., L_6 отсутствует.

Каждое значение лингвистической переменной

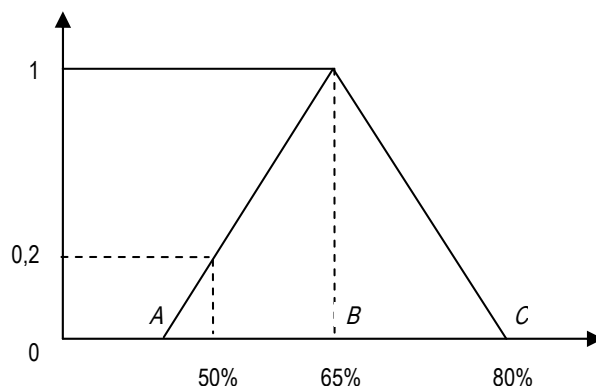


Рис. 1. Функция принадлежности нечеткого множества «высокое влияние риска»

является нечетким, и поэтому для его описания используется нечеткое множество. Это множество задается на базовом (четком) множестве $F = \{f_j\} = \{5\%, 20\%, \dots, 95\%\}$ действительных чисел, охватывающем, по мнению организаторов опроса, весь возможный диапазон количественных оценок лингвистической переменной L_i .

Эксперт должен сопоставить каждую оценку из этого множества с количественным показателем степени уверенности в том, что именно она будет иметь место. В теории нечетких множеств этот показатель называется значением функции принадлежности, который обозначается $F = \{f_j\} = \{5\%, 20\%, \dots, 95\%\}$. Номер показателя ($i = \overline{1, P}$); номер значения ($j = \overline{1, J}$), где J — количество возможных оценок; номер эксперта ($k = \overline{1, K}$).

Обозначим через $\mu_i^k(f_j)$ степень уверенности k -го эксперта в том, что для значения L_i имеет место оценка f_j .

Для удобства дальнейшего анализа результаты опроса K экспертов по каждому i -му вопросу (показателю) целесообразно свести в таблицы. Всего таких таблиц будет составлено P (по числу вопросов). В ячейках помещены значения функции принадлежности $\mu_i^k(f_j)$ (табл. 5).

Графически $\mu_i^k(f_j)$ задается ломаной с вершинами в точках f_j , $\mu_i^k(f_j)$.

Если уровень компетентности всех экспертов одинаков, то обобщенная нечеткая оценка влияния каждого риска на каждую цель может быть получена как пересечение нечетких множеств, соответствующих индивидуальным оценкам экспертов.

Если пересечение получается пустым, то мнение экспертов следует считать несогласованным.

Получаемая в результате оценка влияния риска на цель является нечетким числом. В качестве степени достоверности оценки или отклонений от нее принято использовать значения соответствующей функции принадлежности. Классические методы оценки ошибки прогнозирования, основанные на результатах математической статистики принципиально неприменимы в рассматриваемой ситуации. Тем не менее, исходя из функции принадлежности, легко получить простейшие выводы о точности прогноза. Так, исходя из функции принадлежности, изображенной на рис. 1, легко видеть, что оценка лежит между значениями, задаваемыми точками A и C , а наиболее вероятное значение соответствует точке B .

Таблица 5

Результаты опроса K экспертов по i -му вопросу, представленные в нечеткой метрике, %

№ эксперта	Возможные степени влияния риска, связанного с командой внедрения, на рост прибыли						
	5	20	35	50	65	80	95
1	0	0,1	0,4	1,0	0,4	0,1	0
2	0	0	0	0	0,2	0,6	1,0
...	...	...	...	...	...	...	...
k	0	0	0	0,3	1,0	0,8	0
...	...	...	...	...	...	...	...
K	0	0	0	0,2	0,7	1,0	0

Таблица 6

Оценка влияния рисков на стратегические цели

Риск	Цель			
	d_1	d_2	...	d_m
g_1	I_1^1	I_2^1	...	I_m^1
g_2	I_1^2	I_2^2	...	I_m^2
...	...	...	...	...
g_n	I_1^n	I_2^n	...	I_m^n

Полученные нечеткие оценки объединяем в таблицу. Для удобства обозначим оценку влияния конкретного риска на определенную цель как I_y^x , где x — порядковый номер риска ($x = \overline{1, m}$), y — цели ($y = \overline{1, n}$).

Обозначим цели d_x , а риски d_y . Оценка влияния рисков на стратегические цели представлена в табл. 6.

Следует учитывать, что цели могут влиять друг на друга, что также оказывает влияние на конечный результат внедрения ИСУП. Аналогичным образом нужно оценить и построить таблицы оценки влияния рисков на риски и целей на цели (табл. 7, 8).

На основании табл. 6—8 строится нечеткая когнитивная карта проекта внедрения ИСУП на предприятии, отражающая его причинно-следс-

Таблица 7

Оценка взаимовлияния целей

Цель	Цель			
	d_1	d_2	...	d_m
d_1		w_2^1	...	w_m^1
d_2	w_1^2		...	w_m^2
...	...	...		...
d_m	w_1^m	w_2^m	...	

Таблица 8

Оценка взаимовлияния рисков

Риск	Риск			
	g_1	g_2	...	g_n
g_1		r_2^1	...	r_n^1
g_2	r_1^2		...	r_n^2
...	...	...		...
g_n	r_1^n	r_2^n	...	

твенную структуру (рис. 2). На данной когнитивной карте риски обозначены кругами, цели — квадратами. Стрелка между двумя элементами означает, что присутствует ненулевое направленное влияние, над стрелкой указывается экспертная оценка силы влияния.

Затем производится анализ построенной НКК, по результатам которого можно выявить, какие концепты оказывают наиболее сильное положительное или отрицательное влияние на проект внедрения. По данным результатам компания может прогнозировать эффективность будущего проекта внедрения ИСУП.

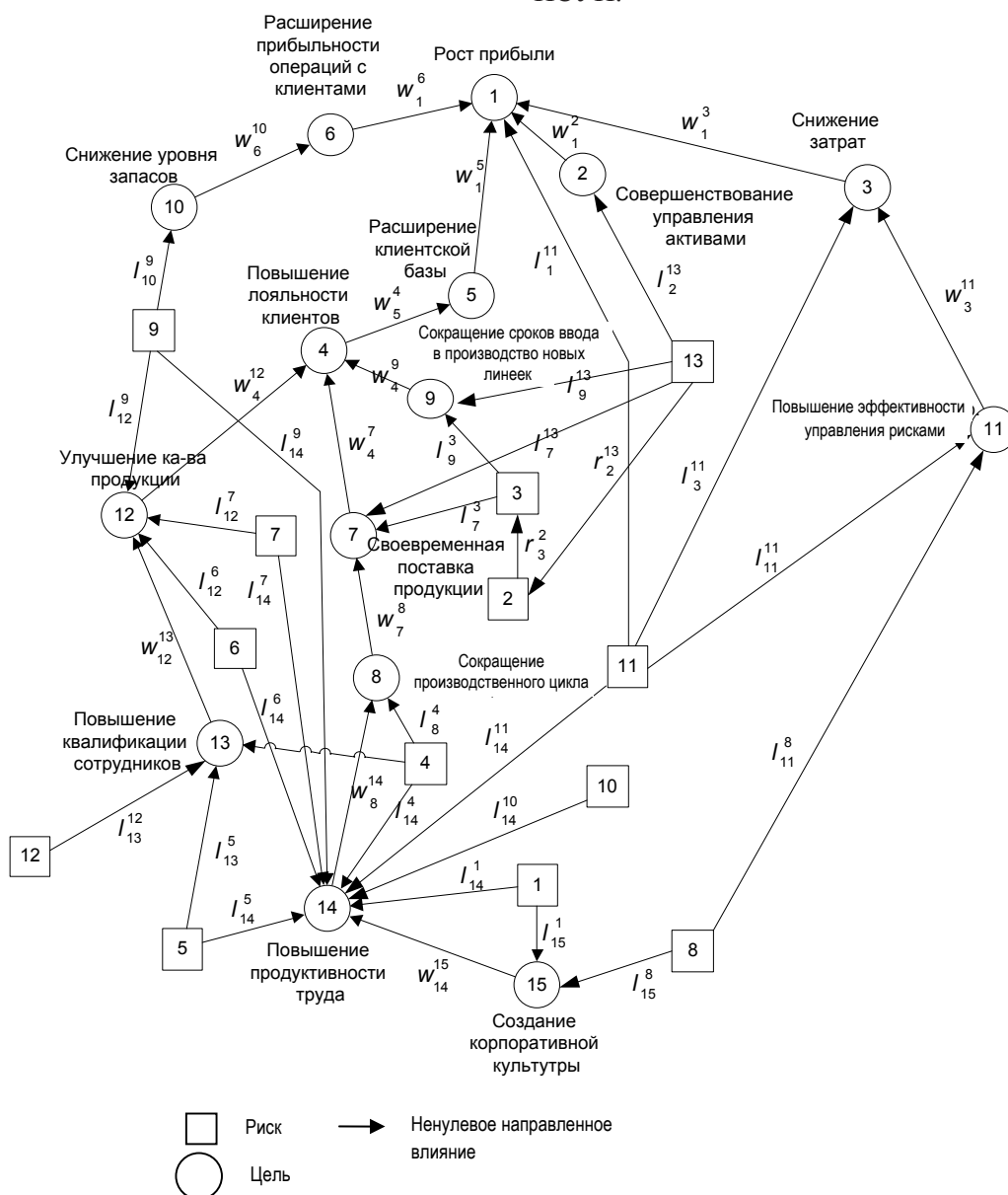


Рис. 2. Когнитивная карта механизма внедрения ИСУП на предприятии.

I , w , r — экспертные оценки соответственно силы влияния рисков на цели, взаимовлияния целей и взаимовлияния рисков

Предложенная методика описания взаимовлияния рисков и целей на основе построения нечеткой когнитивной карты основана на использовании экспертных оценок, что позволяет получить достаточно корректные нечеткие оценки показателей эффективности.

Важной особенностью подхода является использование нечетких значений характеристик взаимовлияния, обусловленное тем, что не всегда удается получить корректные показатели эффективности в точном количественном выражении, а намного удобнее использовать нечеткие значения этих показателей.

Преимуществами предлагаемой методики являются универсальность и гибкость. Данная методика не привязывается к конкретному проекту, а может быть адаптирована к любому из проектов данного класса. Методика может быть использована для оценки эффективности внедрения ИСУП на предприятии, а также, при соответствующей модернизации, — любого ИТ-проекта.

Список литературы

1. Дорогавцев Д. Н. Подходы и методы оценки экономической эффективности от внедрения информационных технологий // Проблемы информационной экономики. Национальная инновационная система России: проблемы становления и развития; под ред. Р. М. Нижегородцева М.: Доброе слово, 2006.
2. Заде Л. А. Нечеткие множества // Информационика и управление. 1965. Т. 8. С. 338.
3. Кулинич А. А. Когнитивные карты в поддержке принятия решений // Интеллектуальные системы'11. 2011. Т. 1.
4. Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2010.
5. Оладов Н. А., Питеркин С. В., Исаев Д. В. Точно вовремя для России: практика применения ERP-систем. М.: Альпина Паблишерз, 2010.
6. Петров Ю. А. Комплексная автоматизация управления предприятием: Информационные технологии — теория и практика / Ю. А. Петров, Е. Л. Шлимович, Ю. В. Ирюпин. М.: Финансы и статистика, 2001.
7. Советов П. М., Усов Д. А. Когнитивное моделирование регионального рынка кредитования инвестиций в основной капитал // Вестник ТОГУ. 2004. № 1.
8. Уланов Е. А., Градусов Д. А. Использование нечетких множеств для оценки экономической эффективности проектов внедрения корпоративных информационных систем // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 7.
9. Чернов В. Г., Авдеева Е. С. Нечеткие модели оценки рисков проекта внедрения корпоративной информационной системы на предприятии // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2011. № 6.