Ремезова Екатерина Максимовна. Модели поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на основе многоагентных систем и аппарата нечетких множества: диссертация ... кандидата Экономических наук: 08.00.13 / Ремезова Екатерина Максимовна;[Место защиты: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный экономический университет], 2017

**Содержание к диссертации**

Введение

**ГЛАВА 1. Особенности внедрения корпоративной информационной системы на предприятии 12**

1.1 Общая характеристика корпоративной информационной системы 13

1.2 Особенности внедрения корпоративной информационной системы на предприятии 15

1.3 Подготовка проекта внедрения КИС с позиций ситуационного анализа 19

1.4 Оценка экономической эффективности и риска проекта внедрения КИС 22

**ГЛАВА 2. Методы оценки проектов внедрения кис с учетом факторов неопределенности 48**

2.1 Неопределенность как фактор принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС 48

2.2 Нечеткие множества как инструмент принятия решений по внедрению КИС в условиях действия факторов неопределенности 52

2.3 Анализ методов оценки проектов внедрения КИС на основе нечетких множеств первого порядка 56

**ГЛАВА 3. Методология поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения кис на основе многоагентных систем и аппарата нечетких множеств 65**

3.1 Общая структура и алгоритм работы многоагентной системы поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС 70

3.2 Методы обработки оценок по экспертным критериям на основе нечетких множеств первого порядка 80

3.2.1 Построение объединенной согласованной системы критериев оценки альтернативных вариантов проекта внедрения КИС 82

3.2.2 Процедура согласования оценок критериального соответствия альтернативных вариантов внедрения КИС 87

3.2.3 Процедура получения интегральной оценки альтернатив по экспертным критериям, несущим положительные эффекты от внедрения 92

3.3 Методы оценки альтернативных проектов внедрения по вычисляемым критериям с использованием нечетких множеств второго порядка 94

3.3.1 Процедура оценки альтернатив внедрения КИС на основе показателей экономической эффективности 95

3.3.1.1 Нечеткие множества второго порядка: понятие и основные особенности математического аппарата 97

3.3.2 Процедура получения интегральной оценки альтернатив по критериям, несущим отрицательные эффекты от внедрения (риски проекта) 109

3.3.3 Процедура построения отношения превосходства на множестве альтернатив проекта внедрения корпоративной информационной системы и принятия окончательного решения 115

Заключение 121

Перечень сокращений и условных обозначений 126

Список терминов 127

* [Особенности внедрения корпоративной информационной системы на предприятии](http://www.dslib.net/mat-metody/modeli-podderzhki-prinjatija-reshenij-pri-podgotovke-proekta-vnedrenija-kis-na-osnove.html#7639081)
* [Нечеткие множества как инструмент принятия решений по внедрению КИС в условиях действия факторов неопределенности](http://www.dslib.net/mat-metody/modeli-podderzhki-prinjatija-reshenij-pri-podgotovke-proekta-vnedrenija-kis-na-osnove.html#7639082)
* [Методы обработки оценок по экспертным критериям на основе нечетких множеств первого порядка](http://www.dslib.net/mat-metody/modeli-podderzhki-prinjatija-reshenij-pri-podgotovke-proekta-vnedrenija-kis-na-osnove.html#7639083)
* [Процедура оценки альтернатив внедрения КИС на основе показателей экономической эффективности](http://www.dslib.net/mat-metody/modeli-podderzhki-prinjatija-reshenij-pri-podgotovke-proekta-vnedrenija-kis-na-osnove.html#7639084)

**Введение к работе**

**Актуальность темы диссертационного исследования.** На сегодняшний момент на рынке информационных технологий предлагается более полутора десятков отечественных и зарубежных корпоративных информационных систем (КИС). Однако приобретение лицензии и принятие решения о внедрении совершенно не гарантирует стопроцентный успех проекта, что подтверждает мировая статистика, в соответствии с которой только 35 – 40% всех проектов приносят положительный эффект, остальные же просто сворачиваются, причем это касается как крупных, так и мелких предприятий. Если же взять аналогичную статистику по России, то здесь этот процент гораздо ниже. Индивидуальные особенности проекта внедрения КИС, отсутствие соответствующего опыта, наличие значительного уровня неопределенности при оценке последствий определяют необходимость выработки целостной системы подготовки проекта внедрения КИС, позволяющей оценить, как процесс внедрения, так и его последствия

**Степень разработанности научной проблемы.** Подготовку проекта внедрения КИС следует рассматривать как объект ситуационного (системного) анализа, ряд вопросов которого, относящиеся к описанию и планированию проекта внедрения КИС, исследовали Баранов В.В., Борисов Д.Н., Гла-маздин Е.С., Кале В., О’Лири Д., Петров Ю.А., Самардак А.С., Авдошин С.М., Грекула В.И., Карпов Д.В., Тельнов Ю.Ф., Песоцкая Е.Ю., Питеркин С.В., Сатунина А.Е., Волкова В.Н., Денисов А.А., Емельянов А.А., Новицкая Е.Г., Рассел С., Решетников, М.М.

Участие в процессе подготовки проекта внедрения различных экспертных групп может быть рассмотрено в рамках методологии многоагентных систем (МАС), различные аспекты которых исследованы Таранниковым Н.А., Карсаевым О.В, Конюшевым В.Г., Гуревичем Л.А., Вахитовым А.Н., Граничиным О.Н., Кияевым В. И. Кроме того, наличие нескольких экспертных групп предполагает наличие согласованной системы оценок для принятия окончательного решения, ряд вопросов построения которой исследован Морозовым А. В., Рязанцевым В. И., Стрижовым В. В., Шакиным В. В, Че-годаевым А. И. Однако известные методы не учитывают принципиальную неопределенность экспертных оценок и их неоднородный характер, что характерно для подготовки проекта внедрения КИС.

Нестатистическая неопределенность экспертных заключений, используемых в ходе подготовки проекта внедрения, предположительный, статистически незначимый характер оценок результатов внедрения делают целесообразным применение для поддержки процессов принятия решений, оценки эффективности и рисков аппарата теории нечетких множеств. Особенности использования нечетких множеств первого порядка (НМ1) для подготовки проектов внедрения КИС были рассмотрены Недосекиным А.О, Ко-рольровым М.Д., Сегодой А.В., Игнатьевым М.Н., Низамовой А.Ш., Кофма-

ном А., Хил Алуха Х., Железко Б.А., Дударковой О.Ю., Подобедом Т.Н., Черновым В.Г. Нечеткие множества второго порядка (НМ2), теоретические аспекты которых исследованы Л. Заде, Дж. Менделем, Р. Джоханом, Н. Карником, Д. Ву, М. Маник, О. Линда, Л. А. Демидовой, могут рассматриваться как инструмент более полного учета неопределенностей, имеющих место при подготовке проекта внедрения КИС.

Отдельные вопросы планирования проекта внедрения КИС представлены в многочисленных исследованиях. В то же время проблема создания на единой основе экономико-математических моделей поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения, учитывающих наличие неопределенностей в оценке возможных результатов и рисков, связанных с внедрением КИС, не получила окончательного решения.

**Цель диссертационного исследования** заключается в создании моделей поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на предприятии (в организации), обеспечивающих формирование согласованной системы критериев и оценку экономической эффективности и рисков проекта внедрения в условиях неопределенности с использованием МАС и теории нечетких множеств.

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие теоретические и практические **задачи:**

1. Проанализировать основные особенности проектов внедрения КИС на предприятии (в организации);
2. Выявить основные проблемы, возникающие у руководства в процессе подготовки и реализации проекта внедрения КИС;
3. Провести критический анализ ранее разработанных методов оценки экономической эффективности проектов внедрения КИС, в том числе с использованием теории нечетких множеств, в частности НМ1;
4. Проанализировать теоретические особенности применения НМ2 и МАС в контексте исследуемой проблемы;
5. Предложить комплексный подход к формированию согласованной системы критериев и оценки экономической эффективности и рисков проектов внедрения, интегрирующий возможности НМ1, НМ2 и методологии МАС.

**Объект и предмет исследования.** Объект исследования – предприятия всех организационно-правовых форм в процессе подготовки проекта информатизации деятельности. Предмет исследования – процесс принятия обоснованного решения по выбору корпоративной информационной системы при подготовке проекта ее внедрения на предприятии.

**Теоретическую основу исследования** составляют научные работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные вопросам внедрения КИС на предприятии, системному анализу, практическому применению

МАС, теории нечетких множеств, в частности НМ1 и НМ2, теории принятия решений, синергетического эффекта.

**Методологическую базу исследования** составляют методы системного анализа (ситуационный анализ исследуемой области), методы математического моделирования, методы оценки эффективности и риска, методы многокритериальной оценки альтернатив.

**Информационная база исследования** представляет собой данные по объектам, на которых проводилась апробация разработанных моделей.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования** обеспечивается достаточно серьезной методологической базой исследования, корректным использованием математического аппарата теории системного анализа, теории нечетких множеств при формировании информационной базы объекта исследования и построении согласованной системы критериев и оценок экспертов для анализируемых альтернатив проекта внедрения КИС, а так же обоснованным применением НМ1 и НМ2 при оценке экономической эффективности и рисков возможных проектов внедрения. Достоверность подтверждается апробацией предложенных экономико-математических моделей поддержки принятия решений при планировании проекта внедрения КИС на примере реальных предприятий Владимирской области.

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности**

Диссертация и научные результаты, выносимые на защиту, соответствуют Паспорту специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики:

1. Математические методы: 1.1. Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании.
2. Инструментальные средства: 2.3 Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях.

**Научная новизна результатов исследования** заключается в том, что модели поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС, позволяющие сформировать единую согласованную систему критериев и оценить экономическую эффективность и риск проектов внедрения КИС, созданы на основе интегрирования интеллектуальной технологии МАС, НМ1 и НМ2, позволяющих проанализировать причинно-следственные связи между исследуемыми параметрами и воздействующими на них факторами в условиях неопределенности, при этом возникает возможность учета синергетического эффекта рисков, связанных с проектом внедрения.

**Наиболее существенные результаты исследования, полученные лично автором, выносимые на защиту**:

1. Разработана структура МАС поддержки принятия решений, которая позволяет выявить в полном объеме причинно-следственные связи, возникающие при подготовке проекта внедрения КИС, что обеспечивает корректную оценку экономической эффективности и риска проекта внедрения.
2. Доказано, что в условиях слабой структурированности, характерной для задачи подготовки проекта внедрения КИС, применение НМ1 и НМ2 позволяет не только оперировать с экспертными оценками, представленными в не числовой, лингвистической форме, но и обеспечивает более адекватный учет нестатистических факторов неопределенности, влияющих на процессы принятия решений по проекту внедрения КИС.
3. Разработана модель формирования согласованной системы критериев для оценки альтернативных проектов внедрения КИС с учетом того, что в подготовке проекта внедрения могут участвовать несколько групп экспертов, а также модель согласования экспертных оценок соответствия альтернативных проектов внедрения требованиям критериев, учитывающая неопределенность оценок и возможность их представления в числовой или вербальной форме.
4. Разработаны: на основе НМ1 модель оценки альтернативных вариантов проекта внедрения КИС по критериям, характеризующим ожидаемые положительные результаты; модель оценки предполагаемой экономической эффективности внедрения, отличительной особенностью которой является представление ожидаемых значений показателей экономической эффективности в виде нечетких множеств второго порядка, а также в применении интервальной нечеткой математики для расчета этих показателей; модель оценки рисков альтернативных вариантов проекта внедрения КИС с учетом удельных весов каждого риска по проекту как в группе (риски на стадии планирования и риски на стадии реализации), так и по всей совокупности проектных рисков, где проявляется синергетический эффект.
5. Предложена процедура структурирования альтернативных вариантов проекта внедрения, основанная на адаптированном под НМ2 методе ELECTRE-1, что существенно расширяет его возможности в плане учета неопределенностей используемых критериальных оценок, а также позволяет структурировать альтернативные проекты с учетом как показателей экономической эффективности, так и риска по проекту.

**Теоретическая значимость исследования**

Разработанные экономико-математические модели представляют собой аналитический инструментарий, позволяющий на этапе подготовки оценить возможные альтернативные проекты внедрения корпоративных информационных систем на предприятии или организации и подготовить материалы для обоснованного принятия руководством решения по внедрению, что позволит сократить расходы на привлечение сторонних консалтинговых компаний, а также повысить вероятность успешной реализации проекта внедрения.

**Практическая значимость исследования**

На основе результатов диссертационного исследования могут быть подготовлены специальные курсы в высших учебных заведениях или методическое пособие, которые могут использоваться в рамках таких дисциплин, как «Корпоративные информационные системы» и «Компьютерные системы поддержки принятия решений» для направления 09.03.03 «Прикладная информатика».

**Апробация результатов исследования** проводилась на 15 международных, всероссийских научных конференциях. Результаты диссертационной работы были использованы при выборе КИС для внедрения на ООО "Колокшанский агрегатный завод", а также муниципального унитарного предприятия «Мелкий опт» и управления муниципального заказа администрации г. Владимира, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

**Публикации результатов исследования.** Результаты исследования опубликованы в 15 научных работах общим объемом 5,27 п.л., авт. объемом 3,45, в том числе в печатных изданиях, рекомендуемых ВАК – 4 работы, авторским объемом – 1,6 п.л.

**Структура диссертации.** Общий объем диссертационного исследования составляет 146 страниц. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка источников используемой литературы в количестве 120 наименований, 9 таблиц и 24 рисунков.

## Особенности внедрения корпоративной информационной системы на предприятии

Наиболее важным этапом в процессе управления проектом является подготовка проекта внедрения КИС, на котором необходимо решить достаточно большое количество вопросов, в том числе определить тип и вид проекта, методологию модели системы, а главное оценить экономическую эффективность внедрения с учетом факторов риска. Поэтому в ходе дальнейшего исследования самое серьезное внимание будет уделяться этапу планирования проекта внедрения КИС.

При принятии решения о полной информатизации предприятия руководству необходимо четко определиться со стратегией внедрения, среди которых выделяют три основные типа проекта [35]: разработка уникальной корпоративной информационной системы с учетом потребностей конкретного предприятия - уникальный КИС-проект; организация корпоративной информационной системы предприятия на основе приобретенной тиражируемой готовой модели КИС -адаптируемый КИС-проект; приобретение основного ядра тиражируемой модели КИС (хранилища данных) и самостоятельная разработка клиентских приложений с учетом запросов предприятия – частично адаптируемый КИС-проект. В настоящее время большое распространение приобрели второй и третий тип проектов внедрения КИС на предприятии, поскольку современный информационный рынок предлагает большое количество как зарубежных (SAP R/3, Axapta, Baan и др.), так и отечественных (1С Предприятие, Парус, Галактика и др.) моделей корпоративных систем. При этом следует учитывать многообразие типов классификации систем, которые представлены на рынке информационных продуктов (Рисунок 2) [4].

Изучение функциональных возможностей КИС и их классификации дает возможность провести оценку готовых решений систем, предлагаемых информационным рынком, а при создании собственной системы – ориентироваться, какого класса система планируется и с каким функционалом. Исходя из этого при подготовке проекта внедрения корпоративной информационной системы необходимо сформировать систему критериев оценки рассматриваемых вариантов оценки (проектных альтернатив), которые формируются на основе потребностей и особенностей предприятия. Следовательно, планируя проект внедрения, руководство предприятия сталкивается с задачей многокритериального и многоальтернативного выбора, а так же оценкой возможных последствий от реализации этого выбора. Получается, что необходимо выработать (сформировать) методику, с помощью которой будет осуществляться выбор наиболее эффективной с экономической точки зрения корпоративной информационной системы, отвечающей всем требованиям предприятия, чему будет посвящено дальнейшее исследование.

Понятие ситуационного анализа нельзя назвать новым, поскольку оно зарождалось в середине прошлого века. На сегодняшний день существуют две основные формулировки ситуационного анализа: узкая и широкая. С точки зрения первого подхода, ситуационный анализ можно назвать методом получения информации о текущем положении (сбор данных). С точки зрения второго подхода, ситуационный анализ преобразуется в основную компоненту ситуационного управления, в основу которого положен принцип использования различных методов к разным ситуациям [57].

По мнению Решетникова М.М., ситуационный анализ представляет собой корректировку курса деятельности с целью преодоления препятствий (проблемных ситуаций), но с учетом неизменного стратегического направления [76]. Функциями ситуационного анализа при этом являются сбор данных, обмен информацией, обработка данных, поиск решений, оценка решений и самосовершенствование системы. Все это напрямую можно отнести к планированию проекта внедрения КИС на предприятии, который представляет собой комплексный инструмент информационного менеджмента, включающий определение и оценку возможных альтернатив внедрения и следующих за ними изменений в деятельности предприятия с учетом влияния внешних и внутренних факторов, возможных рисков и предвидение развития предприятия в дальнейшем [57].

Представим процедуру планирования проекта внедрения КИС с точки зрения ситуационного анализа (Рисунок 3) [57].

Подготовка проекта внедрения корпоративной информационной системы осуществляется специально сформированной группой лиц (аналитики и эксперты) - множество субъектов или агентов [71], взаимодействующих между собой, что приводит к формированию мультиагентной системы.

Наиболее важными причинами рассмотрения проекта внедрения корпоративной информационной системы с точки зрения ситуационного анализа и мультиагентных систем являются [57]: большое количество различных критериев, предъявляемых к альтернативам внедрения, а также потребностей и ограничений предметной области (деятельность предприятия); неопределенность и связанная с ней сложность прогнозирования; необходимость учета возникающих от принятия управленческих решений событий, не связанных с проектом внедрения; высокая оперативность принятия решений на предприятии; ограниченность различного рода ресурсов предприятия для проекта внедрения; независимость экспертов и аналитиков, в частности их компетенций, в рамках определенного круга решаемых вопросов.

Существование таких аспектов проекта внедрения КИС приводит к необходимости преобразования отдельных процедур планирования и реализации проекта внедрения, а также формирование четкой системы взаимосвязи и гибких структур корпорации, поскольку каждый агент (эксперт) в отдельности не в состоянии решить общую (большую и трудную) задачу внедрения информационной системы на предприятии. С учетом этих особенностей представим общую схему мультиагентной системы проекта внедрения (Рисунок 4).

## Нечеткие множества как инструмент принятия решений по внедрению КИС в условиях действия факторов неопределенности

Выбор корпоративной информационной системы с точки зрения соответствия целям получения корпорацией стратегических рыночных преимуществ (в частности прямые экономические эффекты)

Один из наиболее «рабочих» методов оценки эффективности и рисков проекта внедрения КИС предложен в работе [54], основная идея которого заключается в том, чтобы провести квалиметрию (распознавание качественного уровня комплексного свойства экономического исследуемого объекта на основе соответствующего нечеткого классификатора) по нескольким разрезам: опционные эффекты от внедрения, информационные эффекты, хозяйственные риски. Но здесь необходимо учитывать появление дополнительного уровня неопределенности, связанного с неточностью измерения качественных факторов. Поэтому из портфеля всевозможных последовательностей внедрения модулей информационной системы можно выделить подмножество Эджворта-Парето, если рассматривать его в координатах «интегральный эффект – неопределенность измерения эффекта» [54].

Остановимся немного подробнее на алгоритме реализации данного метода. На первом этапе необходимо идентифицировать цели всех лиц, относящихся к корпорации и имеющих свои интересы относительно внедрения корпоративной информационной системы, т.е. стейкхолдеров. Зачастую следует выявлять как явные (в русле компании), так и теневые (идут в разрез основным направлениям предприятия) цели.

Поскольку КИС является инструментом реализации стратегических планов корпорации и контроля эффективности их выполнения, то на следующем этапе необходимо построить систему сбалансированных показателей для целей стратегического планирования, которая была бы достаточно чувствительна к результатам внедрения КИС. При этом идентифицируя эффекты и риски IT-проекта, наиболее эффективно представлять корпорацию как четыре иерархии стратегических показателей: прямые эффекты, опционы, информационные эффекты и риски. Все эти показатели имеют качественное измерение в пятиуровневой шкале (1 - очень низкий уровень, 2 - низкий уровень, 3 - средний, 4 - высокий, 5 - очень высокий). Для проведения дальнейшей оценки следует также выявить следующие показатели [54]: текущее состояние корпорации, измеренное в предложенных показателях низового уровня иерархии; то, куда бы корпорация хотела прийти через несколько лет развития (целевые уровни стратегических показателей); системы предпочтений одних показателей другим для комплексной оценки. После этого следует произвести агрегирование информации и получить интегральные факторы эффектов и рисков.

На заключительном этапе рассматриваемого метода необходимо установить очередность внедрения отдельных модулей выбранной КИС, для этого используется расстановка приоритетов с помощью анализа портфелей внедрения в двумерном координатном пространстве «эффект - определенность эффекта» при построении множества недоминированных альтернатив Эджворта-Парето. При этом не следует забывать и об анализе ожидаемых затрат на внедрение. Здесь так же используется идеология качественной оценки затрат с учетом изменений бизнес-процессов, сопряженных с внедрением КИС.

Описанный подход к оценке эффективности внедрения КИС, основанный на методе эволюции иерархий эффектов и рисков корпорации, несомненно имеет свои преимущества для применения, но он обладает и рядом недостатков, которые следует принять во внимание: во-первых, использование системы сбалансированных показателей при таком уровне неопределенности внедрения КИС накладывает ряд ограничений с точки зрения практической применимости, что не допустимо при проведении глубокой оценке эффективности проекта внедрения КИС; во-вторых, рассматривать проект внедрение КИС с точки зрения только стратегических целей корпорации нецелесообразно, поскольку помимо них в совокупности следует провести анализ экономического обоснования, с учетом всех возникающих рисков и ожидаемых эффектов от внедрения КИС.

Нечетко-множественный подход к моделированию эффективности затрат на корпоративные информационные системы

Еще одна методика оценки эффективности внедрения КИС на предприятии предложена Игнатьевым М.Н. в работе [26]. Особенность этой методики заключается в том, что финансовая составляющая эффективности внедрения корпоративной информационной системы является лишь небольшой частью общего совокупного эффекта от внедрения, поэтому автор предлагает учитывать изменения качественных и рисковых показателей.

Как и в предыдущей работе, в [26] Игнатьев М.Н. рассматривает результаты внедрения в рамках четырех иерархий факторов: прямые экономические эффекты, опционные эффекты, информационные эффекты и риски. По мимо этого предлагается рассматривать социальный эффект от внедрения КИС (информационная система корпорации является автоматизированной и зависит от человеческого фактора). Основная задача, поставленная автором данной методики, заключается в консолидации совокупного эффекта за счет локальной оценки эффектов в рамках иерархии факторов, при этом используются как количественные, так и качественные показатели (Рисунок 9) [26].

## Методы обработки оценок по экспертным критериям на основе нечетких множеств первого порядка

Основной областью применения МАС можно считать моделирование, где выделяют две группы задач [86]: задачи распределенного управления и планирования достижения целей; задачи, в которых агенты самостоятельно решают свои локальные задачи, используя общие (ограниченные) ресурсы.

В нашем случае этап подготовки проекта внедрения КИС с полной уверенность можно отнести к первой группе задач, поскольку все действия направлены на достижение единой цели: выбор наиболее эффективного проекта внедрения КИС как с точки зрения критериев, несущих положительный эффект, так и с позиций критериев, несущих отрицательный эффект, для дальнейшей его реализации. Следует отметить еще один аспект МАС, относительно исследуемой задачи. На современном этапе развитии информационных технологий многоагентные системы в большинстве случаев представляют собой сложные программные приложения, состоящие из программируемых интеллектуальных сущностей, способных решать поставленные задачи в условиях физической или ситуационной неопределенности. Достижение этими сущностями поставленных целей, осуществляется на основе программных алгоритмов, заложенных в них. В следствии чего, целью данного диссертационного исследования является разработка методологических моделей и алгоритмов подготовки проекта внедрения КИС, в частности методики выбора наилучшего проекта, которые в дальнейшем будут использованы при разработки приложения МАС в виде программно-конфигурируемой сети, позволяющей автоматизировать процесс принятия решения при подготовке проекта внедрения КИС на предприятии.

Результатом всего выше сказанного может служить уточненная и доработанная схема работы МАС для оценки эффективности и рисков проекта внедрения корпоративных информационных систем, которая представлена на Рисунке 10.

На этапе планирования проекта внедрения задействована рабочая группа, состоящая из руководителя (генератор идеи внедрения), аналитика, экспертов и консультанта по внедрению. Основные функции участников распределяются следующим образом [86]:

1. Руководитель рабочей группы формирует набор заданий для каждого участника группы, на базе результатов которых будет производится оценка исследуемых альтернатив, совокупность которых так же определяется руководителем, и выявление наилучшей.

2. Основная задача аналитика заключается в сборе всей необходимой информации для проведения экспертизы каждой альтернативы, в частности информация о предметной области, т.е. вся информация о предприятии, на котором планируется осуществить внедрение КИС, а так же первичные данные о каждой альтернативе проекта внедрения. Следует отметить, что при подготовке проекта внедрения КИС в качестве базовой информационной модели предметной области (предприятия) выступает совокупность моделей, описывающих ее, в частности модель бизнес-функций, модель бизнес-процессов и их декомпозиций, модели бизнес-объектов и организационной структуры, а также бизнес-правил, которые напрямую будут влиять на реализацию проекта внедрения КИС на предприятии.

3. Каждый эксперт, привлеченный на этапе планирования проекта внедрения КИС, работает по сценарию, предложенному руководителем. Количество экспертов при этом будет зависеть от возможностей предприятия, на котором проводится внедрение КИС. Следует заметить, что в этой роли будут выступать как сотрудники предприятия, так и внешние специалисты в исследуемой области.

4. Роль консультанта по внедрению заключается в корректировке действий экспертов в соответствии с особенностями дальнейшей реализации проекта внедрения с учетом конкретных характеристик предметной области.

Поскольку разработанная методика в большей мере предназначается для проведения экспертиз проектов внедрения КИС, которые будут проводится экспертами, то следует более подробно описать основные функции агента-эксперта в системе: формирование набора критериев оценки альтернатив проекта внедрения: осуществляется тремя различными группами экспертов: внутренние сотрудники предприятия, внешние эксперты, а так же руководство предприятия, работающими независимо друг от друга, но имеющие возможность при необходимости взаимодействовать, после чего на основании результатов их работы производится согласование критериев и получение окончательного множества, по которому будет производиться оценка альтернатив; оценка альтернатив на базе совокупности выбранных критериев, с учетом различной природы этих критериев (несущих положительный или отрицательный эффект) и специфики формы представления оценок по этим критериям; получение структурированной системы альтернатив на базе отношения превосходства одного варианта над другим; подготовка соответствующей информации для агента-координатора с учетом сообщений агента-консультанта по внедрению; поддержание целостности формируемой локальной базы данных по каждой альтернативе; осуществление почтовых функций в распределенной среде. Основной составляющей любой многоагентной системы является менеджер знаний, который работает с тремя внешними компонентами [86]: Рисунок 10. Структура многоагентной системы поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на предприятии информационная модель предметной области в виде совокупности моделей представления предприятия, а также набора качественных и количественных показателей исследуемых альтернатив; средства технической и программной поддержки; множество типов пользователей (руководитель, координатор, эксперт, аналитик, консультант). Результатом работы многоагентной системы поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на предприятии будет согласование экспертиз, предоставленных экспертами, на основе которых проводится многокритериальное ранжирование возможных вариантов проекта внедрения и принятие окончательного решения о варианте реализации.

Основную роль в представленной МАС (Рисунок 10) играет эксперт, т.к. именно он будет проводить экспертизу альтернативных проектов внедрения на основе оценок используемых для этой цели показателей. Поскольку экспертным оценкам свойственна неопределенность, обусловленная их экспертной природой и тем, что они преимущественно относятся к будущим интервалам времени, то (как было доказано во 2-й главе) процедуры обработки экспертных оценок следует основывать на аппарате НМ1 и НМ2.

Планируя проект внедрения КИС, следует провести полное обследование деятельности предприятия, как уже отмечалось ранее (1 глава), и получить информационную модель, на основе которой формируется множество альтернативных вариантов проекта внедрения и множество критериев их оценки.

Для корректного принятия решения при подготовке проекта внедрения КИС должна быть разработана система критериев для оценки соответствия рассматриваемых альтернатив поставленным целям. Эти критерии можно разделить на две группы:

1- экспертные критерии оценки соответствия, которые задаются экспертами различных групп в балльно-числовой или вербальной форме на основе опыта, интуиции или предположения, например, функциональность может быть удовлетворительной, достаточной, избыточной и т.п. При этом каждой из этих оценок может быть поставлена в соответствии балльная оценка, например «удовлетворительная = 3». Кроме того, данную группу можно подразделить на две части: критерии, которыми могут быть оценены положительные эффекты от внедрения КИС; критерии, которыми могут быть оценены отрицательные эффекты (возможность возникновения дополнительных затрат, напрямую не связанных с внедрением КИС, возникновение напряженности из-за перспективы увеличения нагрузок из-за внедрения КИС и т.п.); 2- критерии, оценки по которым вычисляются в процессе экспертизы альтернатив, и в процессе вычислений используются переменные, значения которых принципиально являются приблизительными, ожидаемыми, прогнозируемые, т.к. относятся к будущим интервалам времени. Например, величина денежного потока, который может возникнуть при внедрении КИС. Особенность формирования такой системы критериев оценки состоит в согласовании мнений различных групп экспертов, среди которых можно выделить внутренних - работники предприятия, внешних - специалисты по внедрению и представители поставщика КИС, а также руководство предприятия. При этом каждая из этих групп сначала формирует свой список критериев с соответствующими оценками важности, после чего необходимо их объединить путем согласования.

Далее на основе полученной системы критериев следует производить оценку альтернативных вариантов проекта внедрения КИС, с учетом различной природы критериев и неопределенности, неизбежно возникающей при оценки долгосрочных финансовых проектов. Для этого были разработаны соответствующие процедуры, которые будут подробно описаны в следующих разделах данной главы. Следовательно, работа многоагентной системы, предназначенной для поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на предприятии, должна осуществляться по алгоритму, представленному на Рисунке 11. Согласно предложенному алгоритму необходимо проводить оценку альтернативных проектов внедрения КИС по нескольким группам (видам) критериев, для обработки оценок по которым в силу различной природы их возникновения требуются различные математические методы. 3.2 Методы обработки оценок по экспертным критериям на основе нечетких множеств первого порядка

В качестве аппарата обработки экспертных оценок по критериям и альтернативным вариантам проекта внедрения КИС была выбрана теория нечетких множеств. Наибольшее распространение на сегодняшний день приобрели нечеткие множества первого порядка, особенности и преимущества которых были рассмотрены во второй главе, в разделе 2.2. НМ1 позволяют учесть неопределенности в оценках параметров проектов внедрения КИС и достаточно эффективны в ряде случаев, когда речь идет об оценке альтернатив по однородным критериям одной природы на основе экспертных оценок. Поэтому их следует использовать при формировании согласованной объединенной системы критериев для оценки альтернативных вариантов проекта КИС, а также их оценка по критериям, несущим положительный характер внедрения, процедуры по которым будут представлены в следующих разделах данной главы.

## Процедура оценки альтернатив внедрения КИС на основе показателей экономической эффективности

Удобнее всего для этого использовать таблицу, в которой показывается возможное влияние риска на показатели проекта, причем такая таблица строится для каждой альтернативы проекта внедрения с учетом ее особенностей. В качестве значений могут использоваться статистические данные, либо экспертные.

Полученные таким образом вероятные изменения основных показателей проекта внедрения можно использовать для корректировки бюджета, сроков и качества, а также для реализации конкретных мер по увеличению эффективности внедрения корпоративной информационной системы на предприятии.

Рассмотренная выше методика экспертной оценки рисков проекта внедрения КИС имеет два существенных недостатка: применение количественных значений оценок рисков, что не всегда возможно, поскольку эксперты зачастую не могут точно определить оценку того или иного риска, поэтому более эффективно использовать качественные показатели («низкий уровень риска», «средний уровень риска», «высокий уровень риска» и др.), определяемые на интервале возможных значений. В этом случае целесообразно использование теории нечетких множеств, и в частности нечетких множеств первого порядка; представленная методика не различает различные группы рисков, которые могут проявиться как на стадии планирования проекта, так и на стадии его реализации, поэтому следует найти общую оценку рисков в каждой группе, а уже затем найти интегральную оценку по всей совокупности рисков проекта, благодаря чему проявляется синергетический эффект, что повышает эффективность оценки рисков в целом по проекту.

Оценка рисков проекта внедрения на основе интервальных нечетких множеств второго порядка будет осуществляться следующим образом:

1. После проведения предварительной идентификации выявляем общую совокупность частных рисков по проекту внедрения КИС: , где / - номер риска,у - номер группы, в которую попал этот риск (1 - на этапе планирования; 2 - на этапе реализации).

2. Эксперту необходимо задать лингвистические оценки возможного проявления каждого риска, которые будут определяться на интервале вероятных значений и в пределах : нижний интервал - наиболее оптимистичная оценка ; интервалы наиболее ожидаемого значения -; верхний интервал - наиболее пессимистичная оценка

3. На следующем шаге эксперту необходимо определить удельный вес каждого риска, причем как в группе, так и по всей совокупности рисков проекта. Удельный вес риска определяется в интервале , в зависимости от приоритетов и характеристических особенностей предприятия, на котором планируется внедрение КИС (Таблица 9). Риск n 4. Исходя из 2 и 3 пунктов, задаем соответствующие функции принадлежности для каждой лингвистической оценки риска: (33) 5. Оценка каждой группы рисков может осуществляться по двум сценариям: благоприятный - если возможные проявления частных рисков имеют низкие оценки, то возможность данной группы рисков тоже низкая, соответственно, свертка интервальных НМ2 выполняется через операцию пересечения, используя соответствующую формулу из Таблицы 5. неблагоприятный - если возможные проявления частных рисков имеют высокие оценки, то возможность данной группы рисков тоже высокая, поэтому свертка интервальных НМ2 выполняется через операцию объединение, используя соответствующую формулу из Таблицы 5. 6. Агрегированная оценка рисков всего проекта в целом осуществляется вычислением среднего между всеми частными рисками через операцию Л.-суммы нечетких множеств [1]: , (34) где– удельный вес / -го риска проекта из Таблица 9 для всех 115 и . 3.3.3 Процедура построения отношения превосходства на множестве альтернатив проекта внедрения корпоративной информационной системы и принятия окончательного решения.

Согласование трех экспертиз, описанных выше, следует проводить на основе полученных результатов. Поскольку оценка альтернатив проекта внедрения КИС проводилась на основе достаточно неоднородных и возможно, противоречивых групп критериев: с положительным и отрицательным эффектом, да и формы представления разнятся, то вывести формулу агрегированной оценки альтернатив в целом не представляется возможным. Одним из вариантов решения этой задачи может быть использование метода ELECTRE-1, предложенного в конце 60-х годов группой французских ученых во главе с профессором Б. Руа.

Метод ELECTRE-1 направлен на решение задач с уже заданными многокритериальными альтернативами, что в полной мере соответствует нашей проблеме. Суть данного метода заключается не в определении количественного показателя качества каждой альтернативы, а в установлении лишь условия превосходства одной альтернативы над другой. Постановка задачи обычно имеет следующий вид [87]: N критериев со шкалами оценок (обычно количественные), веса критериев (обычно целые числа), альтернативы с оценками по критериям. Требуется: выделить группу лучших альтернатив. Исследуемая нами задача, в таком случае примет следующий вид: - критерии оценки ; - веса критериев (ранги экономических показателей и удельный вес рисков) - оценки альтернатив А по критериям (результаты оценки показателей эффективности и рисков) Веса критериев и оценки альтернатив представляют собой интервальные НМ2, полученные с помощью первых двух процедур оценки альтернатив проекта внедрения КИС, что дает возможность учитывать факторы неопределенности, влияющие на проект внедрения, до получения итогового результата и принятия окончательного решения.

Исходя из представленного выше описания, представим процедуру построения отношения превосходства на множестве альтернатив проекта внедрения КИС, используя метод ELECTRE- 1. Используя полученные оценки анализируемых альтернатив, рассчитываются значения индексов согласия и несогласия (определяют согласие и несогласие с гипотезой, что одна альтернатива превосходит другую альтернативу). Индекс согласия рассчитывается как отношение суммы весов критериев подмножеств и к общей сумме весов [87]: , (35) Множество K критериев, разбивается на три подмножества: - подмножество критериев, по которым предпочтительнее ; - подмножество критериев, по которым равноценно ; - подмножество критериев, по которым предпочтительнее Индекс несогласия рассчитывается на основе самого «противоречивого» критерия — критерия, по которому в наибольшей степени превосходит [87]: