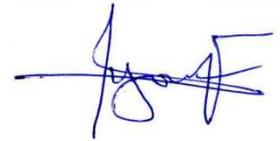


На правах рукописи



Юссуф Ахмат

**АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РАЗНОРОДНОЙ
ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ПРОЕКТОВ
СИСТЕМ СВЯЗИ**

05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации
(информационные технологии и промышленность)»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Волгоград – 2017

Работа выполнена на кафедре «Связь» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Астраханский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «АГТУ»).

- Научный руководитель** кандидат технических наук
Сорокин Александр Александрович.
- Официальные оппоненты:** **Лобейко Владимир Иванович,**
доктор технических наук, профессор,
Филиал ФГБОУ ВО «Астраханский го-
сударственный университет» в
г. Знаменске Астраханской области, ка-
федра «Математики и информатики»,
профессор;
- Иващенко Антон Владимирович,**
доктор технических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «Самарский национальный
исследовательский университет имени
академика С.П. Королева», кафедра ин-
формационных систем и технологий,
профессор.
- Ведущая организация** ФГБОУ ВО «Саратовский государствен-
ный технический университет имени Га-
гарина Ю.А.».

Защита диссертации состоится «21» декабря 2017 года в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 212.028.08, созданного на базе Волгоградского государственного технического университета по адресу: 400005, г. Волгоград, пр-кт им. В.И. Ленина, д. 28, ауд. 237.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Волгоградского государственного технического университета и на сайте <http://www.vstu.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Орлова Юлия Александровна

Актуальность темы:

Развитие доступа к современным услугам систем связи (СС) стратегически важная задача, которая продиктована в законе "О связи" Российской Федерации, нормативных документах других стран и ООН. Особенность разработки проектов структурных элементов систем связи (СЭСС) – необходимость анализа информации социально-экономического и технического характера, связанной с проектом и регионом его реализации. Как правило, подобная информация представлена в количественной (числовой) и качественной (вербальной) формах. Примеры СЭСС – проекты установки базовых станций сотовой связи, трассы волоконно-оптических кабелей и т.д. От полноты анализа факторов зависит успех эксплуатации сложных технических объектов. Средства разработки проектов СЭСС слабо ориентированы на получение результатов анализа с учетом вербально и численно описываемых факторов. Поэтому осложняется решение задач по внедрению и модернизации СЭСС в условиях изменения экономической и социальной обстановки в регионе, где работает оператор связи. Таким образом, возникает противоречие между задачами анализа проектов СЭСС и возможностями современных средств разработки СЭСС.

Степень научной разработанности темы: Значительный вклад в развитие теории разработки СЭСС внесены Б.С. Гольдштейном, В.М. Вишневым, И.В. Шахновичем, А.В. Росляковым, А. Mukherjee, А. Ananda, L. Roger и др. учеными, но их работы направлены на разработку и оценку проектов СЭСС с учетом факторов, представленных в числовой форме и имеющих физическую размерность. Вопросы анализа факторов, описываемых вербально, в частности факторов экономического характера, в данных работах рассмотрены недостаточно. В работах Г.А. Голубицкой, В.К. Чаадаева, М. М. Cave и др. рассматривается прогнозирование экономической эффективности проектов СЭСС и систем связи в целом, но формальные методы комплексной обработки разнородной информации, представленной в числовой и вербальной формах о факторах, влияющих на эффективность эксплуатации СЭСС, в работах не приводятся. Вопросы влияния вербально и численно описываемых факторов на различные системы рассматриваются в работах В.В. Бузыревой, М. Б. Гитмана, но область обработки информации для оценки проектов СЭСС в данных работах не затрагивалась. В результате нерешенной остается задача комплексного анализа вербально и численно описываемых факторов для оценивания проектов СЭСС.

Объект исследования: проекты структурных элементов систем связи.

Предмет исследования: алгоритмы, методики и методы обработки информации для анализа проектов структурных элементов систем связи.

Цель исследования: повышение эффективности управления подготовкой проектов структурных элементов систем связи за счет разработки алгоритмов и методик получения интегрированных оценок с учетом обработки информации, представленной в качественной и количественной форме.

Для достижения цели необходимо решение следующих **задач:**

1. Проанализировать процесс обработки разнородной информации во время анализа проектов структурных элементов систем связи и методы обработки информации, представленной в качественной и количественной форме;
2. Разработать методику получения интегрированной оценки проекта структурного элемента системы связи основанную на обработке информации, которая представлена в числовой и вербальной формах;
3. Предложить алгоритмы обработки разнородной информации для поддержки принятия решений на всех этапах анализа проекта структурного элемента системы связи;
4. Сформулировать рекомендации по использованию разработанных теоретических положений для комплексного анализа проектов структурных элементов систем связи.

Методология и методы исследования: в процессе решения задач использованы методы системного анализа, теории принятия решений, теории нечетких множеств, теории графов и математическое моделирование.

Научная новизна работы, заключается в том, что:

1. Разработана методика интегрированной оценки проекта структурного элемента системы связи, отличающаяся обобщенным формализованным представлением разнородной информации, полученной от экспертов и в результате технико-экономических расчетов (п. 13 паспорта специальности);
2. Предложен метод комплексного анализа корпоративных проектов структурных элементов систем связи реализуемых впервые, отличающийся имплементацией условного структурного элемента системы связи и позволяющий оценивать целесообразность внедрения проекта при отсутствии структурных элементов систем связи установленных ранее (п. 4 паспорта специальности);
3. Предложены алгоритмы для поддержки принятия решений во время анализа проекта, отличающиеся реализацией методов нечеткого вывода для обработки информации о проекте структурного элемента системы связи, позволяющих за счет обобщения численных и вербальных факторов комплексно оценивать проект (п. 10 паспорта специальности).

Теоретическая значимость работы заключается в разработанных методике, методе и алгоритмах для обработки информации для комплексного анализа структурных элементов систем связи, представленной в численной и вербальной формах.

Практическая значимость работы: разработаны рекомендации и программное обеспечение для повышения эффективности анализа проектов СЭСС за счет обработки информации о факторах, имеющих численное и вербальное описание. Результаты работы используются в ООО "АсТел" и сотовом операторе Airtel (респ. Чад) во время разработки СЭСС, Autorité de régulation des communications électroniques et des postes, ARCEP (респ. Чад) при оценивании СЭСС, кроме того в учебном процессе ФГБОУ ВО "Астраханский государственный технический университет", Национальном институте науки и техники в г. Абеше (респ. Чад), что подтверждается актами о внедрении. Основные результаты работы получены в ходе выполнения ГБ НИР кафедры "Связь" в 2014 - 2016 гг. «Перспективные высокоскоростные инфокоммуникационные системы», номер гос. рег. 01201450580.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методика интегрированной оценки проекта структурного элемента системы связи;
2. Метод комплексного анализа корпоративных проектов, основанный на имплементации условного структурного элемента системы связи;
3. Алгоритмы для поддержки принятия решений во время анализа проектов структурных элементов систем связи.

Достоверность результатов исследований подтверждается корректностью использования апробированных теоретических методов, сравнением полученных результатов с результатами оценки проектов, внедренными ранее в компаниях, занимающихся проектированием, построением и контролем СЭСС, апробацией результатов исследований среди специалистов в области системного анализа, проектирования и эксплуатации СЭСС.

Апробация работы: основные результаты исследований докладывались на всероссийских и международных конференциях SIBCON (Омск, 2015г.), Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах (Волгоград, 2015г.), Математические методы в технике и технологиях (Ярославль, 2015г.), Международ. научно-практич. конф. "Перспективы развития информационных технологий (Новосибирск, 2016 г.) Международ. студ. научно-технич. конф., Международ. научн. конф. научно-педагог. работников АГТУ (Астрахань 2014-2016гг.).

Публикации: по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, среди которых 5 в журналах из перечня ВАК, 1 проиндексирована в базе цитирования SCOPUS, 5 докладов на международных конференциях, 1 св-во о регистр. базы данных, 1 св-во о регистр. прогр. для ЭВМ.

Личный вклад автора: все основные теоретические положения, приведенные в диссертации получены автором лично, в работах, выполненных в соавторстве, автор принимал участие в формулировке целей, постановки и решении теоретических и практических задач, анализе результатов и формировании выводов, подготовке публикаций и других научных работ.

Структура и объем диссертации: работа состоит из введения, 4-х глав, выводов и заключения, списка использованных источников, приложений. Работа изложена на 144 страницах машинописного текста, 8 таблиц, 24 рисунков, 46 страниц приложений, списка литературы из 134 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель, поставлены задачи исследований, приведены выносимые на защиту положения, описано внедрение и апробация работы, приведена структура диссертации.

В первой главе проведено исследование традиционной методики оценки проектов СЭСС, проанализированы методы обработки разнородной информации, описаны факторы, влияющие на эффективность реализации проектов СЭСС, формализована задача оценивания проекта с учетом факторов, представленных в количественной и качественной форме.

Анализ традиционной методики оценки проектов СЭСС показал, что для принятия решения о реализации или отклонении определенного решения требуется обработка информации технического и социально-экономического характера. В число факторов технического характера входят количественные характеристики оборудования, а к факторам социально-экономического характера относятся финансовая и маркетинговая эффективность, социальная значимость и риски проекта. Часто информация о социально-экономических факторах представлена в вербальной форме, что затрудняет ее использование в процессе принятия решения о целесообразности внедрения проекта или необходимости его доработки. Современные средства оценки проектов СЭСС в целом ориентированы на обработку информации технического характера, тогда как обработка информации социально-экономического характера, преимущественно, осуществляется экспертами оператора или привлеченными специалистами, что вызывает ряд ограничений, особенно в условиях небольших компаний. Поэтому необходима разработка новых методик, методов и алгоритмов для поддержки в принятии решений по оценке проектов СЭСС.

Для обработки информации нашли применение различные теоретические методы: факторный и спектральный анализ, теория нейронных сетей и теория нечетких множеств, взаимодействие с экспертами (в частности по методу Дельфи). Результаты анализа приведенных методов показали, что наиболее целесообразно использовать для решения описанного класса задач методы теории нечетких множеств (ТНМ). Системы нечеткого вывода (СНВ), основанные на ТНМ, позволяют обобщать информацию, представленную количественной и качественной формах, и имеющую различные диапазоны шкал оценки.

С учетом необходимости обобщения информации о технических и социально-экономических факторах характеризующих проект формализована постановка задачи исследования, которая заключается в поиске значения параметра $t \in M$ проекта p , как показателя целесообразности его внедрения с учетом технико-экономической оценки – $M_{ТЭО}$, маркетинговой оценки $M_{МО}$ и оценки рисков $M_{ОРП}$, и описывается соотношением:

$$F_p(M_{ТЭО}, M_{МО}, M_{ОРП}) \rightarrow t_{\max}, \quad (1)$$

под $t \in M$ понимается управляющее воздействие в виде множества $M \in \{M_{внедр}, M_{доработ}\}$, где $M_{внедр}$ – решение о внедрении проекта, $M_{доработ}$ – решение о его доработке. Для нормализации шкалы значений оценок принимается $M \in [0,100]$, $M_{дораб} \in [0,50)$ и $M_{внедр} \in [50,100]$; F_p – оператор, при помощи которого производится обработка информации. Во время получения оценок $M_{МО}$ и $M_{ОРП}$ используется информация, представленная в вербальной форме, а для определения оценки $M_{ТЭО}$ используются данные в числовой форме, но с различными единицами измерения.

Ограничения (1) – условия включения множества технических параметров N_p проекта, во множество нормированных характеристик – $N_{норм}$:

$$N_p \subset N_{норм}, \quad (2)$$

и принадлежности проекта p ко множеству технически реализуемых – $P_{реализ}$:

$$p \subset P_{реализ} \quad (3)$$

В качестве критериев эффективности оператора F_p предлагается считать сокращение затрат на устранение неточностей возникших при подготовке проектов – $D_{устр.неточ.}$ и сокращение затрат на оценивание проектов за счет повышения производительности труда экспертов – $D_{затр.оцен.}$.

Выражения (1-3) формализуют постановку задачи получения интегрированной оценки проектов СЭСС за счет обработки информации представленной в численной (количественной) и вербальной (качественной) формах и позволяют перейти к разработке теоретических положений для повышения эффективности принятия управленческих решений во время анализа проектов СЭСС

Во второй главе разработана методика получения интегрированной оценки проекта СЭСС и предложен метод комплексного анализа корпоративных проектов СЭСС реализуемых впервые.

Анализ методик обработки информации по оценке проектов СЭСС показал, что успех проекта зависит от ЛПР (лица, принимающего решения), находящегося в условиях неполноты информации о факторах, влияющих на эффективность его эксплуатации. Существующие алгоритмы и методики оценки основаны на обработке информации, представленной в четкой – количественной форме. С учетом функционалов (1-3) предлагается методика получения интегрированной оценки проекта СЭСС, основанная на обработке информации, представленной в числовой и вербальной форме. Источником информации о вербально описываемых факторах выступают эксперты соответствующих областей знаний. Работа методики заключается в выполнении операций:

1. ЛПР производит постановку задания на подготовку проекта;
2. Эксперты формируют базу данных (БД) информации BS_{All_Tk} , которая необходима для подготовки проекта СЭСС:

$$BS_{All_Tk} = BS_{eq} \cup BS_{rec} \cup BS_{law}, \quad (4)$$

где BS_{eq} – БД о параметрах оборудования, BS_{rec} – БД рекомендаций по применению оборудования, BS_{law} – БД документов, регулирующих эксплуатацию оборудования.

3. С использованием BS_{All_Tk} экспертами формируются: множество альтернативных проектов P_{alt} , реализация которых позволяет решить задачу, поставленную ЛПР, множество факторов $\Phi_{предв}$ и $\Phi_{окончат}$ для предварительной и окончательной оценок, множество нормированных оценок $N_{норм}$ технических параметров СЭСС, например коэффициенты готовности каналов или параметры оценки мультимедийного трафика по требованиям QoS.

4. Проведение предварительной оценки проекта, для получения значений $M_{\Phi_{Пердв. P_{alt}}}$ для всех проектов из множества P_{alt} ;

5. Выбор из множества P_{alt} проекта p_{wr} с максимальной предварительной оценкой – $M_{\Phi_{Пердв. P_{alt}}}$:

$$\max [M_{\Phi_{Пердв. P_{alt}}} \geq M_{\Phi_{Пердв. \dots_{кр.}}}] \Rightarrow p_{wr}, \quad (5)$$

где $M_{\Phi_{Пердв. \dots_{кр.}}}$ – установленной экспертами критическое значение предварительной оценки.

6. Выполнение для p_{wr} расчетов по определению значений множества расчетных показателей N_p с учетом количества необходимого оборудования:

$$p_{wr} \xRightarrow{\text{Расчет}} N_p, \quad (6)$$

7. Определение решения о достижении цели технических расчетов $d_{tech \text{ calc}}$, при помощи сравнения элементов множества N_p , с множеством $N_{Норм}$:

$$d_{tech \text{ calc}} = \begin{cases} 1, & N_p \subset N_{Норм} \\ 0, & N_p \not\subset N_{Норм} \end{cases}, \quad (7)$$

если $d_{tech \text{ calc}} = 1$, происходит переход на следующий этап, если $d_{tech \text{ calc}} = 0$ – принимается решение о уточнении задания по подготовке проекта.

8. Если значение (7) равно "1" эксперт на основании задания на подготовку определяет тип проекта СЭСС: коммерческий (предназначен для обслуживания абонентов); корпоративный (предназначен для участия в технологической цепочке работы организации-владельца СС);

9. Если проект корпоративный, определяется значение оценки результата его внедрения M_{PB} , как отношение оценки результата внедрения (PB) – $M_{новый_СЭСС}^{PB}$ нового проекта СЭСС относительно $M_{экспл._СЭСС}^{PB}$ СЭСС эксплуатируемого в данный момент:

$$M_{PB} = \begin{cases} 1, & M_{новый_СЭСС}^{PB} / M_{экспл._СЭСС}^{PB} > 1 \\ 0, & M_{новый_СЭСС}^{PB} / M_{экспл._СЭСС}^{PB} \leq 1 \end{cases}, \quad (8)$$

если $M_{PB} > 1$ внедрение нового проекта признается целесообразным. Определение значений $M_{новый_СЭСС}^{PB}$ и $M_{экспл._СЭСС}^{PB}$ производится методами факторного анализа с учетом характеристик оборудования, входящих в состав проектов, и уровней значимости характеристик для достижения цели проекта. Если проект разрабатывается впервые, то для сравнения используется имплементируемый условный СЭСС (УСЭСС). Описание метода обработки информации для принятия решений во время оценки СЭСС с имплементацией УСЭСС приведено далее.

10. Если в (8) $M_{PB} > 1$, то определяется множество финансовых показателей $Es_{p_{wr}}$ проекта p_{wr} , если нет, уточняется задания на подготовку проекта.

11. Определение элементов множества $Ec_{p_{wp}}$: в рамках работы элементами $Ec_{p_{wp}}$ является чистый дисконтированный доход – NPV и срок окупаемости проекта – PP :

$$p_{wp} \xRightarrow{\text{Расчет}} Ec_{p_{wp}} = \{NPV, PP\}, \quad (9)$$

12. Определение окончательной оценки $M_{\Phi_{Оконч}}$ проекта СЭСС с учетом $\Phi_{окончат}$, в состав которых входят факторы, имеющие численную и вербальную оценку, с учетом постановки задачи (1) в роли вербальных факторов выступают "Маркетинговая оценка" и "Оценка рисков" проекта СЭСС, численные факторы – результаты выполнения (9), которые зависят от результатов расчета (6):

$$p_{wp} \xRightarrow{\text{Окончательная оценка}} M_{\Phi_{Оконч}} \quad (10)$$

13. Определение значения рекомендации $d_{end_{p_{wp}}}$, если $d_{end_{p_{wp}}}=1$ рекомендуется внедрение, если $d_{end_{p_{wp}}}=0$ проект p_{wp} рекомендуется вернуть на доработку:

$$d_{end_{p_{wp}}} = \begin{cases} 1, & M_{\Phi_{Оконч}} \geq M_{\Phi_{Оконч_кр}} \\ 0, & M_{\Phi_{Оконч}} < M_{\Phi_{Оконч_кр}} \end{cases}, \quad (11)$$

где $M_{\Phi_{Оконч_кр}}$ – критическое значение окончательной оценки, которое предварительно устанавливается экспертами.

Работа методики получения интегрированной оценки проектов СЭСС поясняется на рисунке 1.

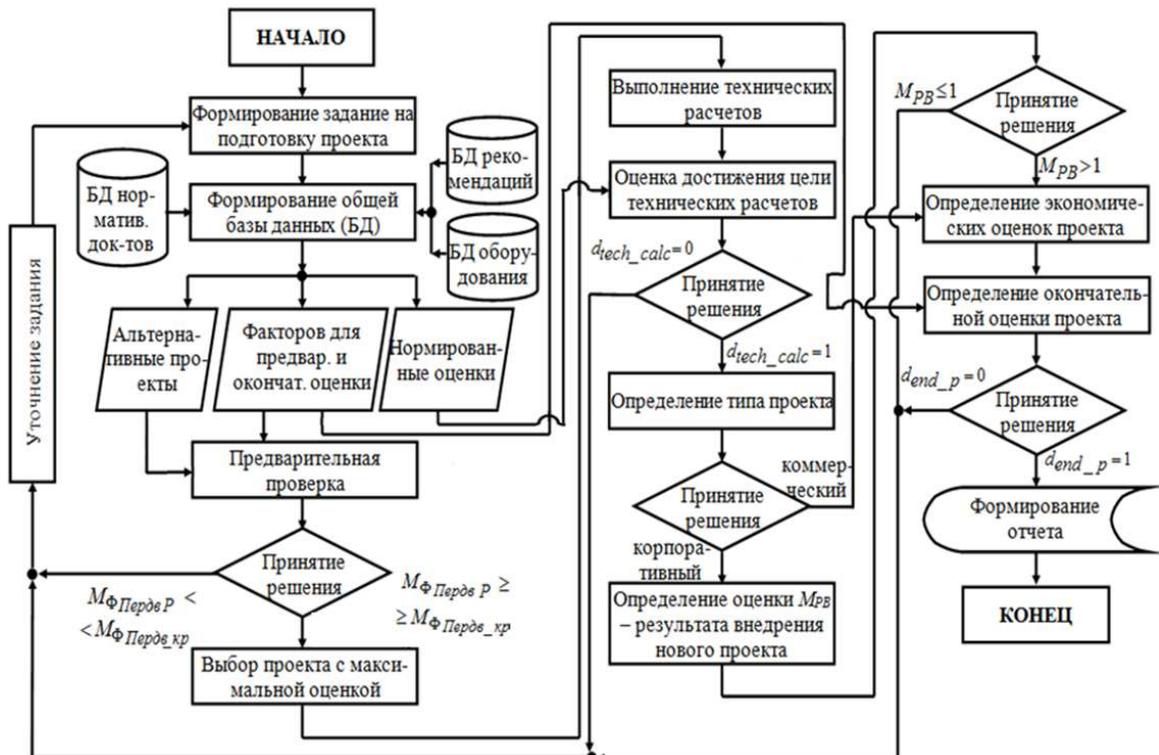


Рисунок 1 – Схема методики получения интегрированной оценки проектов СЭСС

Принятие решения о внедрении СЭСС для корпоративной эксплуатации связано с оценкой эффективности его показателей. Как показала практика, в ряде случаев, особенно, в регионах с развивающейся экономикой, СЭСС предыдущего поколения могут не существовать. Для таких случаев предложен метод комплексного анализа корпоративных проектов, основанный на имплементации условного структурного элемента системы связи (УСЭСС). Метод предназначен для принятия решений во время оценки корпоративных СЭСС, реализуемых впервые и заключается в выполнении следующих операций:

1. эксперты идентифицируют характеристики разрабатываемого СЭСС $\xi_{i.разраб.СЭСС}$ (i – номер характеристики, например надежность, производительности ремонтпригодность и др. параметры оборудования связи);
2. эксперты согласовывают шкалы оценки характеристик СЭСС;
3. эксперты оценивают характеристики СЭСС по выработанным шкалам;
4. эксперты имплементируют УСЭСС, с которым будет сравниваться эффективность внедрения разрабатываемого структурного элемента системы связи, состав оценок УСЭСС аналогичен п.1 и обозначаются как: $\xi_{i.УСЭСС}$ (под УСЭСС понимается СЭСС, который можно реализовать на основе оборудования систем связи, опыт эксплуатации по которому составляет 5-7 лет);
5. аналогично п.3 производится численная оценка $\xi_{i.УСЭСС}$;
6. эксперты формируют уровни значимости для параметров СЭСС ζ_i ;
7. оценивается результат внедрения проекта СЭСС относительно УСЭСС:

$$M_{PB}^{УСЭСС} = \left(\sum_i \zeta_i \cdot \xi_{i.разрабСЭСС} \right) / \left(\sum_i \zeta_i \cdot \xi_{i.УСЭСС} \right); \quad (12)$$

8. если $M_{PB}^{УСЭСС} > 1$, то ЛПП принимает решение о внедрении СЭСС.

Работа метода комплексного анализа корпоративных проектов, основанного на имплементации УСЭСС в виде IDEF0 диаграммы поясняется на рисунке 2.

Таким образом, в результате проведения исследований предложена методика получения интегрированной оценки проекта структурного элемента системы связи и метод комплексного анализа корпоративных проектов реализуемых впервые структурных элементов систем связи, основанный на имплементацией УСЭСС, позволяющий оценивать целесообразность внедрения проекта при отсутствии его ранних аналогов.

В третьей главе разработаны алгоритмы для поддержки принятия решений во время анализа проектов структурных элементов систем связи

С учетом методики обработки информации по оценке проектов СЭСС анализ проводится в два этапа. В результате проведения первого этапа анализа получается предварительная оценка – $M_{\Phi.Предв.}$, в результате проведения второго этапа анализа получается окончательная оценка – $M_{\Phi.Оконч.}$. Формально, с учетом (1) получение оценок проекта СЭСС, в результате его анализа, можно представить в виде соотношения:

$$M_{\text{Проект}} = F(\Phi_{\text{Числ}}, \Phi_{\text{Верб}}), \quad (13)$$

где F – оператор, при помощи которого производится обработка информации о факторах, $\Phi_{\text{Числ}}$ – множество численно описываемых факторов, $\Phi_{\text{Верб}}$ – множество факторов описываемых вербально. С точки зрения реализации решения выражения (13) наибольшую трудность представляет разработка оператора F , т.к. с его помощью придется обрабатывать разнородную информацию, имеющую различные единицы измерения, диапазон значений и форму представления. Поэтому, для обработки информации, представленной в численной форме, это информация технического и экономического характера, предлагается использовать аналитические соотношения, а для совместной обработки информации в численной и/или вербальной формах предлагается использовать методы теории нечетких множеств.

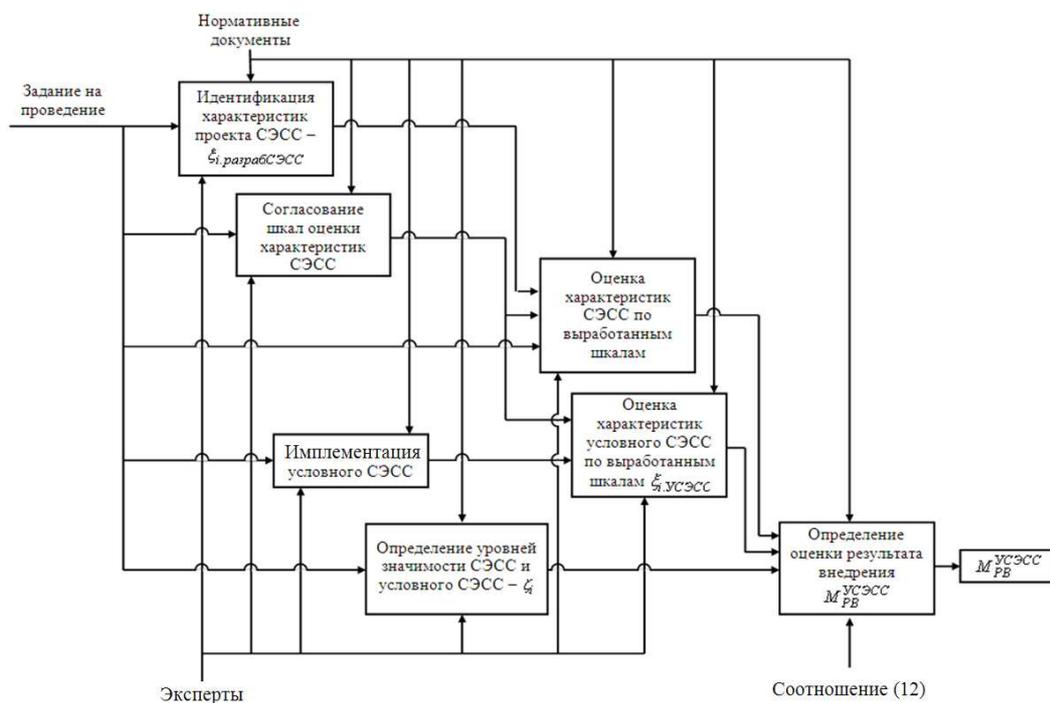


Рисунок 2 – IDEF0 диаграмма метода комплексного анализа корпоративных проектов, основанного на имплементации УСЭСС

Алгоритмы для поддержки принятия решений во время анализа проектов при получении предварительной и окончательной оценок проектов целесообразно представить в виде IDEF0 диаграмм, на вход которых подаются исходные данные. Процессами являются этапы обработки информации. Механизмами – теоретические методы, используемые для обработки информации на каждом из этапов. Контроллерами – нормированные характеристики и техническое задание. Выходом – является оценка проекта.

IDEF0 диаграмма, описывающая этапы обработки информации для получения предварительной оценки проекта, показана на рисунке 3. Значения переменных связанных с клиентами, зоной обслуживания, количеством оборудования, маркетинговой оценкой $M_{\Phi ПМО}$ и оценкой рисков $M_{\Phi ПОР}$ проекта определяются экспертами. Примерные капитальные затраты – $M_{\Phi ПКЗ}$, предварительные эксплуатационные затраты – $M_{\Phi ПЭЗ}$, предварительная оценка

прибыли – $M_{\Phi ОП}$, определяется методами, используемым в разработке проектов СЭСС. Учитывая особенности описания взаимодействия численной и вербальной информации, значения предварительной экономической оценки – $M_{\Phi ПЭО}$, предварительной оценки без учета рисков – $M_{\Phi ПОБР}$ и окончательной предварительной оценки – $M_{\Phi Предв}$ определяются при помощи систем нечеткого вывода.

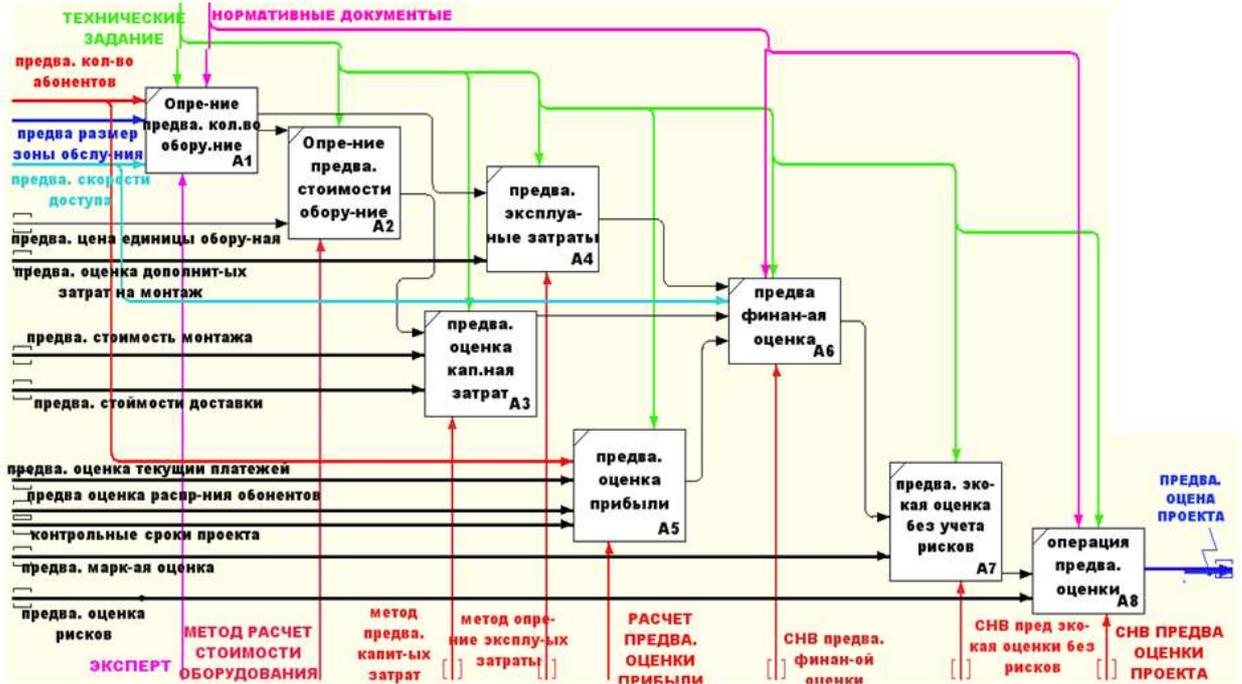


Рисунок 3 – Схема предварительной оценки структурного элемента системы связи в виде IDEF0 диаграммы

$$F_{\Phi ПЭО}^{Предв.}(M_{\Phi ПКЗ}, M_{\Phi ПЭЗ}, M_{\Phi ОП}) = \bigcup_{P_{ПЭО}=1}^{\Psi_{ПЭО}} \left[\bigcap_{i_{ПЭО}=1}^{n_{ПЭО}} (\varphi_{i_{ПЭО}} = t_{q_{ПЭО}}^{jP_{ПЭО}}) \right] \xRightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi ПЭО}^{\text{нечет}} \xRightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi ПЭО} \quad (14)$$

$$F_{\Phi ПОБР}^{Предв.}(M_{\Phi ПЭО}, M_{\Phi ПМО}) = \bigcup_{P_{ПОБР}=1}^{\Psi_{ПОБР}} \left[\bigcap_{i_{ПОБР}=1}^{n_{ПОБР}} (\varphi_{i_{ПОБР}} = t_{q_{ПОБР}}^{jP_{ПОБР}}) \right] \Rightarrow \quad (15)$$

$$\xRightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi ПОБР}^{\text{нечет}} \xRightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi ПОБР}.$$

$$F_{Общ}^{Предв.}(M_{\Phi ПОБР}, M_{\Phi ПОР}) = \bigcup_{P_{Предв.}=1}^{\Psi_{Предв.}} \left[\bigcap_{i_{Предв.}=1}^{n_{Предв.}} (\varphi_{i_{Предв.}} = t_{q_{Предв.}}^{jP_{Предв.}}) \right] \xRightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi_{Общ.}}^{\text{нечет}} \xRightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi_{Предв.}} \quad (16)$$

где $\Psi_{Предв.}$, $\Psi_{ПОБР}$ и $\Psi_{ПЭО}$ - количество правил в базах правил, $n_{Предв.}=2$, $n_{ПОБР}=2$ и $n_{ПЭО}=3$ - количество переменных в правилах, при этом $\varphi_{1_{ПЭО}} = M_{\Phi ПКЗ}$, $\varphi_{2_{ПЭО}} = M_{\Phi ПЭЗ}$, $\varphi_{3_{ОП}} = M_{\Phi ОП}$, $\varphi_{1_{ПОБР}} = M_{\Phi ПЭО}$, $\varphi_{2_{ПОБР}} = M_{\Phi ПМО}$, $\varphi_{1_{Предв.}} = M_{\Phi ПОБР}$, $\varphi_{2_{Предв.}} = M_{\Phi ПОР}$, $t_{q_{ПЭО}}^{jP_{ПЭО}}$, $t_{q_{ПОБР}}^{jP_{ПОБР}}$, $t_{q_{Предв.}}^{jP_{Предв.}}$ –

значения термов переменных из соответствующих СНВ, $J_{P_{Предв}}$, $J_{P_{ПЭЭБФ}}$, $J_{P_{ПЭО}}$ номера термов переменных, $T_{Ф_{ПЭО}}^{нечет}$, $T_{Ф_{ПОБР}}^{нечет}$ и $T_{Ф_{Общ.}}^{нечет}$ - нечеткие значения выходов СНВ, используемых для обработки информации по предварительной финансовой, предварительной оценке без риска и общей предварительной оценке проекта СЭСС. В результате обобщения экспертных мнений по влиянию значений входных переменных на промежуточные и итоговые результаты в виде базы знаний сформированы соответствующие графические зависимости, показанные на рисунке 4.

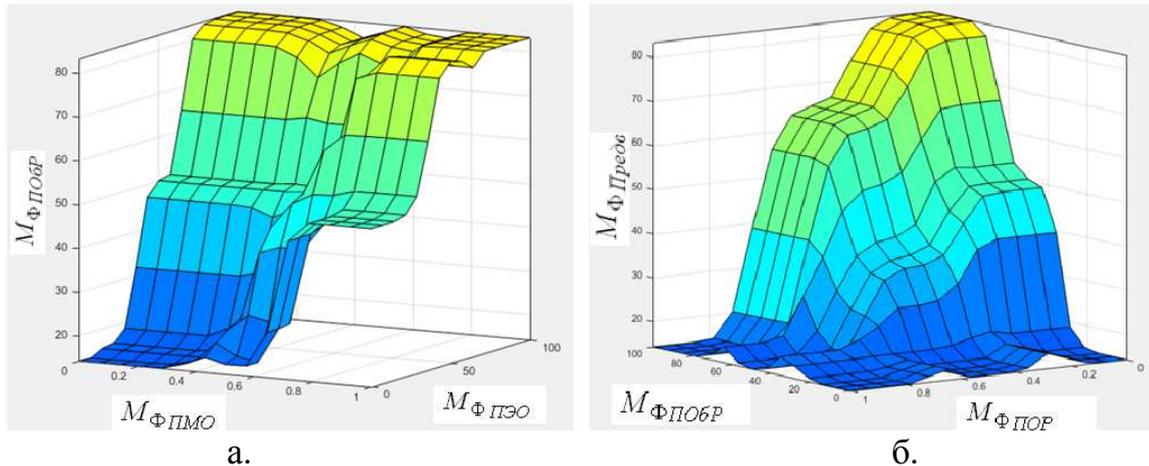


Рисунок 4 – Обобщенные зависимости значений выходных переменных от входных параметров во время предварительной оценки
 На рисунке 4 а., приведена зависимость $M_{Ф_{ПОБР}}$ от значений $M_{Ф_{ПЭО}}$ и $M_{Ф_{ПМО}}$, на рисунке 4 б., приведена зависимость $M_{Ф_{Предв}}$ от значений $M_{Ф_{ПОБР}}$ и $M_{Ф_{ПОР}}$.

Во время проведения анализа информации для получения окончательной оценки используются результаты, полученные в ходе подготовки рабочего проекта P_{wr} , обобщением которых являются технико-экономические показатели NPV и PP , а также расширенный анализ факторов, влияющий на маркетинговую оценку и оценку рисков проекта. Внешний вид IDEF0 диаграммы, описывающей последовательность процессов (алгоритм) для принятия решения по окончательной оценке проекта, показан на рисунке 5.

Значения входных переменных $M_{Ф_{КА}}$ – количество абонентов, $M_{Ф_{ЗО}}$ – размер зоны обслуживания, $M_{Ф_{ТП}}$ – величина текущих платежей от абонентов, указываются в задании на проектирование, а значения переменных $M_{Ф_{ОНТ}}$ – оценка новизны технологий, $M_{Ф_{ОСЭ}}$ – оценка социального эффекта, $M_{Ф_{РНЦП}}$ – риск не достижения целей проекта, $M_{Ф_{РПЗП}}$ – риск превышения затрат проекта, $M_{Ф_{РНСП}}$ – риск невыполнения сроков проекта, задаются экспертами. Значение переменной $M_{Ф_{КО}}$ – количество оборудования определяется на основании значения $M_{Ф_{ЗО}}$ и теоретических расчетов из методов теории построения сетей и систем связи. На основании $M_{Ф_{КО}}$, $M_{Ф_{КА}}$, $M_{Ф_{ТП}}$, такие технико-экономические оценки как: $M_{Ф_{КЗ}}$ – величина капитальных за-

трат, $M_{\Phi III}$ – величина поступающих платежей, $M_{\Phi ЭЗ}$ – эксплуатационные затраты, которые используются для определения чистого дисконтированного дохода – $M_{\Phi NPV}$ и срока окупаемости проекта – $M_{\Phi PP}$.

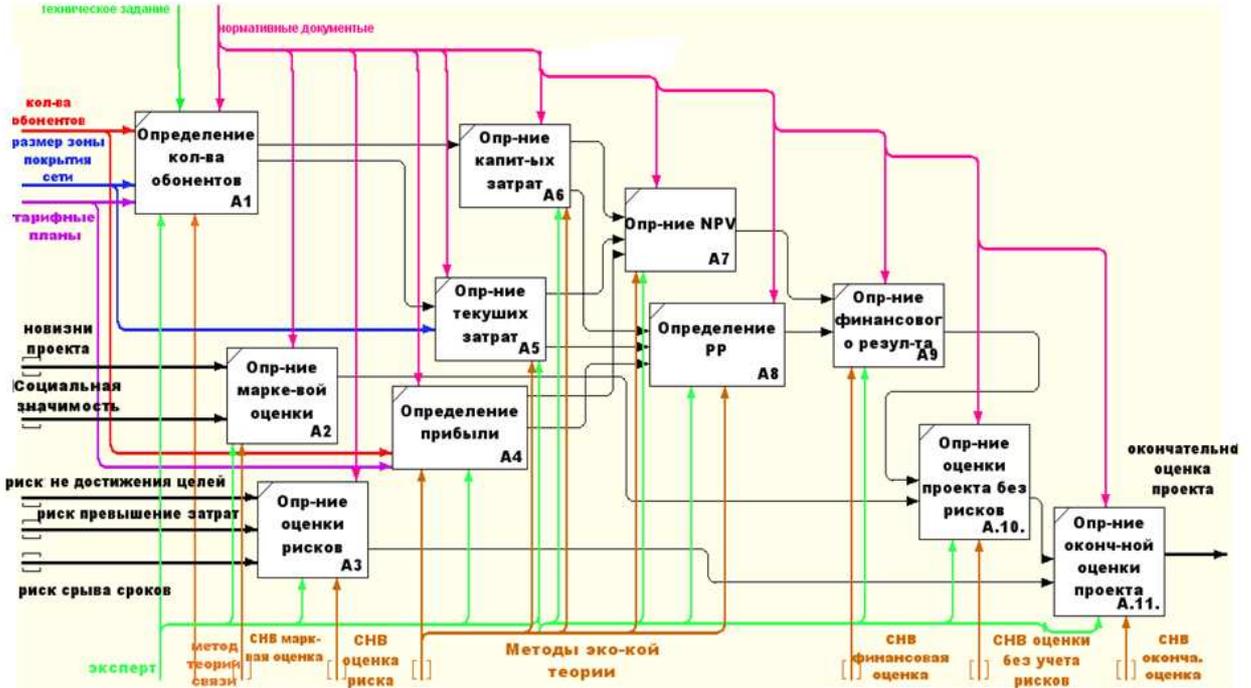


Рисунок 5 – IDEF0 диаграмма процесса обработки информации для получения окончательной оценки проекта структурного элемента

Получение показателей оценка финансового результата – $M_{\Phi OFP}$, оценка экономической эффективности без риска – $M_{\Phi ЭОбР}$, оценка маркетингового эффекта – $M_{\Phi МО}$, оценка рисков проекта – $M_{\Phi ОРП}$, окончательная оценка – $M_{\Phi Оконч.}$ осуществляется методами теории нечетких множеств за счет обработки базы знаний описывающей взаимодействия указанных переменных в зависимости от величины их значений:

$$F_{\Phi ОРП}^{Оконч.}(M_{\Phi РНЦП}, M_{\Phi РПЗП}, M_{\Phi РНСП.}) = \bigcup_{p_{ОРП}=1}^{\Psi_{ОРП}} \left[\bigcap_{i_{ОРП}=1}^{n_{ОРП}} (\varphi_{i_{ОРП}} = t_{q_{ОРП}}^{jp_{ОРП}}) \right] \xrightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi ОРП}^{нечет} \xrightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi ОРП} \quad (17)$$

$$F_{\Phi МО}^{Оконч.}(M_{\Phi ОНТ}, M_{\Phi ОСЭ}) = \bigcup_{p_{МО}=1}^{\Psi_{МО}} \left[\bigcap_{i_{МО}=1}^{n_{МО}} (\varphi_{i_{МО}} = t_{q_{МО}}^{jp_{МО}}) \right] \xrightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi МО}^{нечет} \xrightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi МО} \quad (18)$$

$$F_{\Phi OFP}^{Оконч.}(M_{\Phi NPV}, M_{\Phi PP}) = \bigcup_{p_{OFP}=1}^{\Psi_{OFP}} \left[\bigcap_{i_{OFP}=1}^{n_{OFP}} (\varphi_{i_{OFP}} = t_{q_{OFP}}^{jp_{OFP}}) \right] \xrightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi OFP}^{нечет} \xrightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi OFP}^{чет} \quad (19)$$

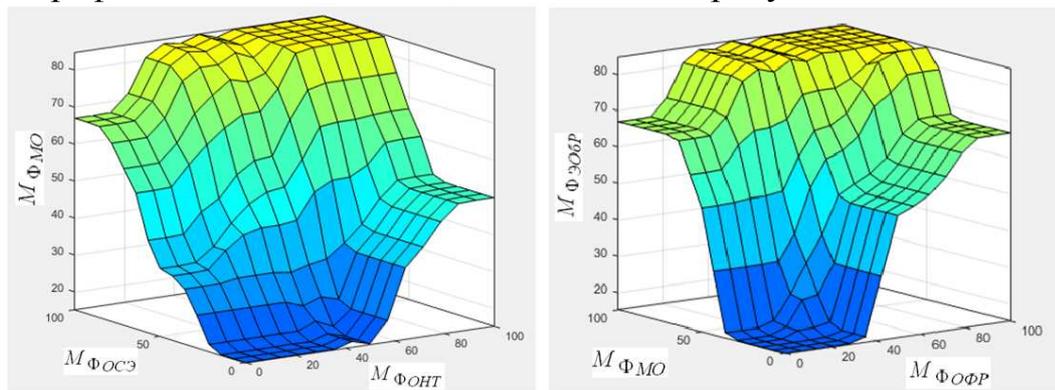
$$F_{\text{ЭОбР}}^{\text{Оконч}} \cdot (M_{\Phi_{\text{ОФР}}}, M_{\Phi_{\text{МО}}}) =$$

$$= \bigcup_{p_{\text{ЭОбР}}=1}^{\Psi_{\text{ЭОбР}}} \left[\bigcap_{i_{\text{ЭОбР}}=1}^{n_{\text{ЭОбР}}} (\varphi_{i_{\text{ЭОбР}}} = t_{q_{\text{ЭОбР}}}^{j_{p_{\text{ЭОбР}}}}) \right] \xrightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi_{\text{ЭОбР}}}^{\text{нечет}} \xrightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi_{\text{ЭОбР}}}^{\text{чет}} \quad (20)$$

$$F_{\text{Оби}}^{\text{Оконч}} \cdot (M_{\Phi_{\text{ЭОбР}}}, M_{\Phi_{\text{ОРП}}}) =$$

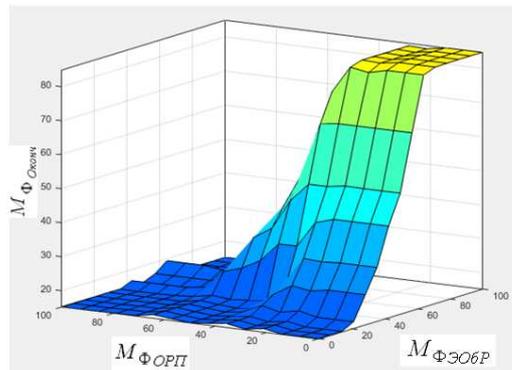
$$= \bigcup_{p_{\text{Оконч}}=1}^{\Psi_{\text{Оконч}}} \left[\bigcap_{i_{\text{Оконч}}=1}^{n_{\text{Оконч}}} (\varphi_{i_{\text{Оконч}}} = t_{q_{\text{Оконч}}}^{j_{p_{\text{Оконч}}}}) \right] \xrightarrow{\text{алгоритм Mamdani}} T_{\Phi_{\text{Оконч}}}^{\text{нечет}} \xrightarrow{\text{Centroid}} M_{\Phi_{\text{Оконч}}}^{\text{чет}} \quad (21)$$

Где $\Psi_{\text{Оконч}}$, $\Psi_{\text{ЭОбР}}$, $\Psi_{\text{ОФР}}$, $\Psi_{\text{ОРП}}$ и $\Psi_{\text{МО}}$ - количество правил в базах правил, $n_{\text{Оконч}}$, $n_{\text{ЭОбР}}$, $n_{\text{ОФР}}$, $n_{\text{ОРП}}$ и $n_{\text{МО}}$ - количество переменных в правилах, $j_{p_{\text{Оконч}}}$, $j_{p_{\text{ЭОбР}}}$, $j_{p_{\text{ОФР}}}$, $j_{p_{\text{ОРП}}}$ и $j_{p_{\text{МО}}}$ номера термов переменных, при этом $\varphi_{1_{\text{ОРП}}} = M_{\Phi_{\text{РНЦП}}}$, $\varphi_{2_{\text{ОРП}}} = M_{\Phi_{\text{РПЗП}}}$, $\varphi_{3_{\text{ОРП}}} = M_{\Phi_{\text{РНСП}}}$, $\varphi_{1_{\text{МО}}} = M_{\Phi_{\text{ОНТ}}}$, $\varphi_{2_{\text{МО}}} = M_{\Phi_{\text{ОСЭ}}}$, $\varphi_{1_{\text{ОФР}}} = M_{\Phi_{\text{NPV}}}$, $\varphi_{2_{\text{ОФР}}} = M_{\Phi_{\text{РР}}}$, $\varphi_{1_{\text{ЭОбР}}} = M_{\Phi_{\text{ОФР}}}$, $\varphi_{2_{\text{ЭОбР}}} = M_{\Phi_{\text{МО}}}$, $\varphi_{1_{\text{Оконч}}} = M_{\Phi_{\text{ЭОбР}}}$, $\varphi_{2_{\text{Оконч}}} = M_{\Phi_{\text{ОРП}}}$, $t_{q_{\text{ОРП}}}^{j_{p_{\text{ОРП}}}}$, $t_{q_{\text{МО}}}^{j_{p_{\text{МО}}}}$, $t_{q_{\text{ОФР}}}^{j_{p_{\text{ОФР}}}}$, $t_{q_{\text{ЭОбР}}}^{j_{p_{\text{ЭОбР}}}}$, $t_{q_{\text{Оконч}}}^{j_{p_{\text{Оконч}}}}$ - значения термов переменных из соответствующих систем нечеткого вывода, $T_{\Phi_{\text{ОРП}}}^{\text{нечет}}$, $T_{\Phi_{\text{МО}}}^{\text{нечет}}$, $T_{\Phi_{\text{ОФР}}}^{\text{нечет}}$, $T_{\Phi_{\text{ЭОбР}}}^{\text{нечет}}$ и $T_{\Phi_{\text{Оконч}}}^{\text{нечет}}$ - нечеткие значения выходов процессов обработки информации по окончательной финансовой, экономической оценке без рисков и общей оценке соответственно. В результате обобщения экспертных мнений по влиянию значений входных переменных на промежуточные и итоговый результаты в виде базы знаний сформированы соответствующие графические зависимости, показанные на рисунке 6.



а.

б.



в.

Рисунок 6 – Обобщенные зависимости значений выходных переменных от входных параметров во время окончательной оценки

Значения, получаемые на выходе алгоритмов, показанных на рисунке 3 и рисунке 5 – $M_{\Phi_{Предв.}}^{чет} = M_{\Phi_{Предв.}}$ и $M_{\Phi_{Оконч.}}^{чет} = M_{\Phi_{Оконч.}}$ применительно к получению интегрированной оценки методике показанной на рисунке 1 используются как управляющие воздействия, поскольку от их значения зависит решение о переходе на последующий этап выполнения методики или возвращения оцениваемого проекта на этап доработки, связанный с уточнением технического задания и последующего выполнения предыдущих операций.

Использование предложенных алгоритмов для поддержки принятия решений во время анализа проектов структурных элементов систем связи позволяет формировать предварительную и окончательную оценки проектов структурных элементов систем связи и использовать их для управления процессом подготовки и оценки проектов структурных элементов систем связи. Полученные зависимости влияния технико-экономических и социальных факторов на общую оценку проектов СЭСС, что позволяет находить подходящие решения в зависимости от значений входных параметров.

В четвертой главе разработаны рекомендации использования предложенных теоретических положений для обработки информации во время оценки проектов СЭСС, проведена проверка адекватности используемых математических методов, оценена эффективность внедрения результатов.

Для работы экспертов рекомендуется сформировать группу, в состав которой входят различные множества специалистов:

$$WG = EG \cup PG \cup MG, \quad (22)$$

где EG – множество экспертов по обработке информации для оценки проектов СЭСС, PG – множество специалистов для обеспечения работы экспертов, MG – множество лиц для принятия или отклонения проектов СЭСС. Во время формирования EG рекомендовано привлекать специалистов по подготовке бизнес-планов, продвижения телекоммуникационных услуг и эксплуатации и управления рисками СЭСС с необходимым опытом работы более 5 лет.

Проверка адекватности математических соотношений, используемых в алгоритмах оценки проектов СЭСС, осуществлена по критерию Фишера. Для проверки использована выборка из 20 проектов разработанных с 2007 по 2015 г. для операторов связи. Во время проверки сравнивались распределения оценок проектов, полученных алгоритмами для предварительной и окончательной оценок, с оценками, поставленными экспертами. Таблицы оценок приводятся в диссертации. В результате обработки информации о оценках получено: $F_{набл. Предв.} = 1,29$, $F_{набл. Оконч.} = 1,31$ при уровне значимости $\alpha = 0.05$ и степенях свободы $k_1 = 19$, $k_2 = 18$, $F_{кр} = 2,16$, что говорит о выполнении условия $F_{набл.} < F_{кр}$ и подтверждает адекватность предложенных моделей.

Внедрение работы проведено у операторов ООО «АсТел» (Россия), Airtel (респ. Чад) и ARCEP – органе гос. лицензирования и поддержки развития телекоммуникаций респ. Чад. Оценка эффективности проводилась по критерию сокращения затрат на устранение неточностей возникших при подготовке проектов – $D_{устр.неточ.}$ и критерию сокращения затрат на оценивание проектов

за счет повышения производительности труда экспертов – $D_{затр.оцен.}$. Критерий $D_{устр.неточ.}$ ориентирован на оценку внедрения предложенных теоретических положений у операторов связи, а критерий $D_{затр.оцен.}$ в службах по анализу проектов, на которые необходимо выделение государственной поддержки. Анализ эффективности внедрения по различным группам проектов для ООО «АсТел» показан на рисунке 7., для Airtel показан на рисунке 8, а для ARСЕР на рисунке 9. Под цифрой 1 на рисунках обозначен результат до использования разработанных положений, под цифрой 2 обозначен результат после использования.

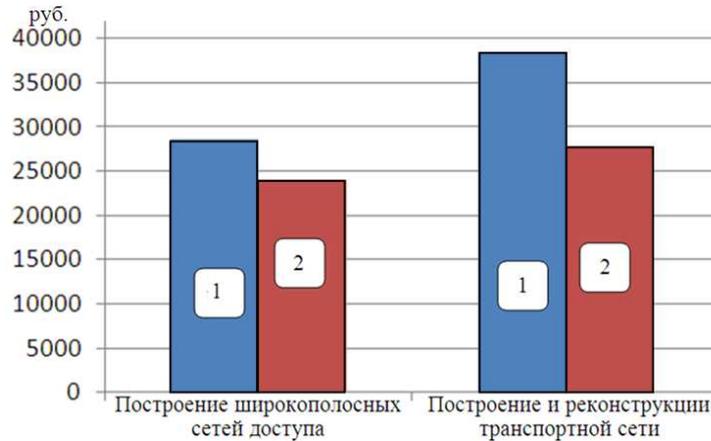


Рисунок 7 – Эффективность внедрения результатов в ООО «АсТел»

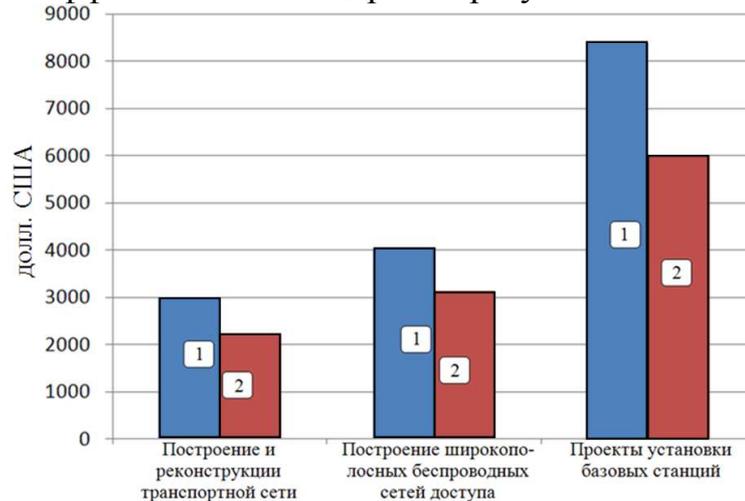


Рисунок 8 – Эффективность внедрения результатов в Airtel

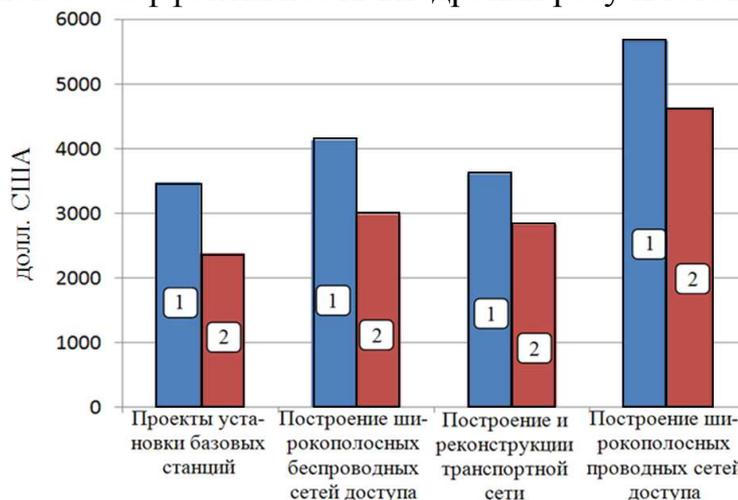


Рисунок 9 – Эффективность внедрения результатов в ARСЕР

Результаты внедрения у операторов ООО «АсТел» (Россия) и Airtel (респ. Чад) обобщены в виде таблицы 1 а результаты внедрения в органе государственного лицензирования ARCEP (респ. Чад) в виде таблицы 2.

Таблица 1 – Анализ внедрения результатов в ООО «АсТел»

Наименование компании.	Кол-во проект.	Доля затрат на доработку от стоимости проекта до внедрения	Доля затрат на доработку от стоимости проекта после внедрения	Доля проектов с доработкой до внедрения	Доля проектов с доработкой после внедрения	Эффективность использования средств для доработки проектов
ООО «Астел», 2015-16 г.	26	5,5%	4,5%	27,8%	22,5	22,9%
Airtel 2015-16 г.	130	7,3%	5,5%	21,7	14,5	26,2%

Таблица 2 – Анализ внедрения результатов в ARCEP

Наименование компании.	Кол-во анализ проектов	Среднее время на анализа одного проекта,	Затраты на анализ проекта из расчета 10 долл. США за час услуг эксперта
2015 г. до использования результатов	445	4	17625
2016 г. после использования результатов	424	3	12830

Обработка данных на рисунках 7, 8, 9 и таблицах 1 и 2, показала, что средняя эффективность внедрения результатов диссертации в ООО «АсТел» составила $D_{устр.неточ.}^{AcTel} \approx 22,5\%$ в Airtel $D_{устр.неточ.}^{Airtel} \approx 26,2\%$, в ARCEP – $D_{затр.оцен.}^{ARCEP} \approx 24,1\%$, что подтверждается актами внедрения.

Анализ результатов внедрения подтверждает достижение цели диссертации, связанной с повышением эффективности принятия решений в ходе оценки проектов структурных элементов систем связи предлагаемых методики, метода и алгоритмов для поддержки принятия решений во время анализа проекта для обработки информации о проекте структурного элемента системы связи, представленной в количественной и качественной формах. Для получения оценок, используемых как управляющие воздействия в процессе подготовки проекта структурного элемента системы связи.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного анализа формализована задача получения интегрированной оценки проектов структурных элементов систем связи, отличающаяся учетом факторов имеющих количественное и качественное описание и позволяющая формировать управляющие воздействия в процессе подготовки проектов.
2. Разработана методика получения интегрированной оценки проекта структурного элемента системы связи, отличающаяся обобщенным формализованным представлением разнородной информации, полученной от экспертов и в результате технико-экономических расчетов, что позволяет производить комплексную оценку для выработки решения о его принятии или отправки на доработку.

3. Предложен метод комплексного анализа корпоративных проектов, основанный на имплементации условного структурного элемента системы связи, отличающаяся применением условного структурного элемента системы связи, позволяющий проводить оценку эффективности внедрения проекта при отсутствии ранее установленных структурных элементов систем связи.

4. Построены алгоритмы для поддержки принятия решений во время анализа проекта, отличающиеся реализацией методов нечеткого вывода для обработки информации о проекте структурного элемента системы связи, представленной в численной (количественной) и вербальной (качественной) формах, и имеющую различные диапазоны шкал оценки и единицы измерения, учитывающие не только технико-экономические показатели проекта, но и показатели связанные с маркетинговой и социальной эффективностью, а также рисками проекта, что позволяет проводить комплексное оценивание проекта.

5. Полученные впервые зависимости влияния технико-экономических и социальных факторов на общую оценку проектов СЭСС, что позволяет находить подходящие решения в зависимости от значений входных параметров.

6. Предложены рекомендации по использованию результатов исследований на практике, которые позволяют сформировать экспертную группу по оценке величин нечетких переменных, подаваемых на вход алгоритмов.

7. Анализ результатов внедрения предложенной методики, метода и алгоритмов в ООО "АсТел" и Airtel (респ. Чад) показал повышение эффективности использования средств компаний на доработку проектов 22,5 и 26,2 % соответственно, в Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) (респ. Чад) повысилась эффективность использования средств для оценки проектов, реализуемых в рамках государственных программ по обеспечению доступа населения к сетям связи в среднем на 24,1 %.

Результаты выполненных исследований повышают эффективность принятия управленческих решений по оценке проектов структурных элементов систем связи.

Перспективы дальнейшего использования результатов исследований связаны с совершенствованием методов управления развитием структуры сети оператора связи, созданием программных комплексов по оценке и разработке проектов узлов систем передачи и обработки информации.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах по перечню ВАК

1. Дмитриев В.Н. Многофакторный анализ социально-экономического состояния Республики Чад для создания современной инфокоммуникационной инфраструктуры / В.Н.Дмитриев, **Ахмат Юссуф**, А.А.Сорокин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 1. – С. 56-65.

2. Дмитриев В.Н. Алгоритм выбора места расположения узлов инфокоммуникационной сети, основанный на применении обобщенного показателя качества / В.Н.Дмитриев, А.А.Сорокин, **Ахмат Юссуф**, Гайт Алавади // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 2 – С.71-78.

3. Дмитриев В.Н. Модель нечеткого вывода для поддержки и принятия решений в процессе формирования структуры инфокоммуникационной системы / В.Н.Дмитриев,

А.А.Сорокин, **Ахмат Юссуф** // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2016. – № 1 (62) – С. 74-90.

4. Сорокин А.А. Модель для поддержки принятия решений в процессе проектирования структурных элементов инфокоммуникационных систем / А.А. Сорокин, **Ахмат Юссуф** // Известия ВолгГТУ. Серия: Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – Волгоград, 2016. – № 11 (190). – С. 141-145.

5. Сорокин, А.А. Разработка алгоритмов обработки информации для получения интегральных оценок проектов в области телекоммуникаций / А.А. Сорокин, **Ахмат Юссуф**, М.С. Ахмат, А.С. Маличенко // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – Астрахань, 2017. – № 2 (38). – С. 88-104.

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах научного цитирования (Scopus, Web of Science)

6. Mathematical model to describe the inter-structural relationship between different systems / А.А. Sorokin, V.N. Dmitriev, **Y. Ahmat** // International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015. – Omsk, Russia, IEEE 2015. – pp. 01-04. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147222.

Публикации в других изданиях

7. Дмитриев В.Н. Разработка способа формирования топологии сети инфокоммуникационной системы с учетом условий региона / В.Н. Дмитриев, А.А. Сорокин, **Ахмат Юссуф**, Гайт Алавади // материалы международной науч. конф. научно-педагогических работников Астраханского государственного технического университета, посвящённой 85-летию со дня основания вуза (59 НПР). – Астрахань: Изд. АГТУ. –2015. С. 81-82.

8. Дмитриев В.Н. Методика формирования топологической структуры региональной телекоммуникационной системы с учетом социальных и экономических факторов / В.Н.Дмитриев, А.А.Сорокин, **Ахмат Юссуф**, Гайт Алавади // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах: сб. докладов и тезисов VI Всероссийской науч.-практ. конф. ФГАОУ ВПО "ВолГУ" – Волгоград, 2015. – С.35-39.

9. Сорокин, А.А. Математическая модель для описания межструктурных взаимосвязей различных систем / А.А.Сорокин, В.Н.Дмитриев, **Ахмат Юссуф** // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-28: сб. трудов XXVIII Междунар. науч. конф.: в 12 т. Т.8. / под общ. ред. А.А. Большакова. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т; Ярославль: Ярослав. гос. техн. ун-т; Рязань: Рязанск. гос. радиотехн. ун-т, 2015. – С.99-104.

10. **Юссуф Ахмат** Методика управления проектированием структурных элементов инфокоммуникационных систем / **Ахмат Юссуф**, А.А.Сорокин // Перспективы развития информационных технологий: сб. материалов XXXII Международной науч.-практ. конф. / под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во: ООО «ЦРНС». 2016. – С.61-67.

11. **Юссуф Ахмат** Рекомендации по формированию экспертных групп для создания систем по оценке проектов в области построения мультисервисных сетей / **Ахмат Юссуф** // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах сб. докладов и тезисов VIII Всероссийской науч.-практ. конф. – Волгоград, 2017. – С. 164-168.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

12. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016620273 от 20.02.2016 г. МПК (нет) «База правил для нечеткого вывода по определению экономического потенциала места установки телекоммуникационного оборудования» /Дмитриев В.Н., **Юссуф Ахмат**, Сорокин А.А., Горюнов А.А.; АГТУ. – 2016.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016615349 от 20.05.2016 г. МПК (нет) «Fuzzy module for computation of metrics points of mobile network» / Сорокин А.А., Дмитриев В.Н., **Юссуф Ахмат**, Маличенко А.С. АГТУ. – 2016.