

На правах рукописи



Разумников Сергей Викторович

МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ  
ОБЛАЧНЫХ ИТ-СЕРВИСОВ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических  
системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Томск 2016

Работа выполнена на кафедре информационных систем Юргинского технологического института (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ЮТИ ТПУ).

**Научный руководитель:** **Захарова Александра Александровна,**  
кандидат технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Парфенова Мария Яковлевна,**  
доктор технических наук, профессор,  
руководитель научно-исследовательского  
центра ЧОУ ВО «Московский  
университет имени С.Ю. Витте», г.  
Москва

**Авдеенко Татьяна Владимировна,**  
доктор технических наук, профессор,  
заведующая кафедрой экономической  
информатики ФГБОУ ВПО  
«Новосибирский государственный  
технический университет», г.  
Новосибирск

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО «Сибирский  
государственный индустриальный  
университет», г. Новокузнецк

Защита состоится «13» октября 2016 года в 15-15 на заседании диссертационного совета Д 212.268.05 в ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ком. 201.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ТУСУРа по адресу: г. Томск, ул. Красноармейская, 146 и на сайте ТУСУРа по адресу: <https://storage.tusur.ru/files/44166/dissertation.pdf>.

Автореферат разослан «    »

2016 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Е.Ю. Костюченко

## ОБЩАЯ ХАРКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы.

Научно-технический прогресс обусловил широкое внедрение информационных технологий (ИТ) во всех областях жизнедеятельности общества. На современном этапе развития ИТ важную роль для предприятия стали играть облачные вычисления. Все больше предприятий рассматривают возможность перехода к облачным технологиям, которые имеют огромный потенциал для существенного повышения эффективности без ущерба для производительности. Популярность облачных ИТ доказывается тем, что по результатам исследований аналитических компаний Forrester Research, IDC, российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) мировой рынок облачных услуг вырос на 70 % в 2014 г. По их прогнозу к 2020 г. объем этого рынка составит \$160 млрд. В 2016 г. уже более 75 % расходов российских предприятий на ИТ связаны с облачными технологиями.

Однако для того, чтобы реализовать преимущества и получить максимальную отдачу от своих инвестиций, предприятия должны принимать во внимание различные проблемы и особенности внедрения облачных ИТ. В процессе принятия решений о внедрении облачных ИТ-сервисов, для ЛПР первостепенной задачей является выбор лучших альтернатив сервисов для внедрения на основе анализа как коммерческих, так и технических факторов. В связи с этим, при выборе облачных ИТ-сервисов появляются следующие сложности: рассмотрение множества функциональных сфер предприятия, нуждающихся в модернизации согласно требованиям бизнеса; рассмотрение множества альтернатив для внедрения; определение типа облачной модели и модели развертывания; определение осуществимости миграции/внедрения; определение преимуществ для бизнеса и рисков, связанных с внедрением.

Также следует отметить, что принципиальные решения в сфере ИТ должны приниматься при разработке стратегии предприятия. ИТ-стратегия, как одна из функциональных стратегий, является самой важной и должна сливаться с бизнес-стратегией предприятия. Поэтому необходимо наличие стратегического плана внедрения облачных технологий, который может помочь правильно поставить перед ИТ-средой цели и разработать пути их достижения. Потенциальные нарушения в области безопасности являются основным препятствием на пути внедрения облачных технологий.

Проблема разработки ИТ-стратегии внедрения заключается в том, что еще на стадии ее формирования важно определить, какие приложения больше всего будут удовлетворять бизнес-стратегии предприятия, оценить провайдеров облачных услуг с точки зрения надежности и безопасности и провести анализ удовлетворенности сотрудников.

Важность исследования заключается в том, что существующие методы в области разработки ИТ-стратегии не учитывают особенностей оценки облачных ИТ-сервисов. А для эффективного применения существующих методов оценки экономической эффективности и рисков внедрения ИТ, необходимо наличие сформированных инвестиционных ИТ-проектов. Разработка таких проектов – это трудоемкая процедура, требующая полной и

достоверной информации о затратах, доходах в будущих периодах и др. Стратегический же уровень характеризуется неопределенностью среды, неполнотой и неточностью информации для принятия решения. В связи с этим возрастает роль экспертов и ЛПР при обосновании решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии. Такие методы еще слабо разработаны.

В связи с этим, актуальным является разработка методик и моделей поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии при разработке ИТ-стратегии.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 15-01-01251 «Разработка математических моделей и программного обеспечения для оценки эффективности и рисков перехода к облачным ИТ-сервисам» 2015-2016 г. г.

### **Степень разработанности проблемы.**

Теоретические аспекты оценки преимуществ и эффективности внедрения ИТ исследованы в трудах В.Д. Колчанова и Л.И. Кобко, Г. Галкина, А.И. Рычкова, А. Смирнова, Е. Тульбовича, О. Кляшторной, И.Г. Шурыгиной, А.В. Дороговой, А. Кадушина, Н. Михайловой, Н.П. Берсенева, О.Ю. Якимовой. Среди зарубежных авторов можно выделить Ya. I. Guliev, I.F. Gulieva, E.A. Ryumina, Ghassan F. Issa, Shakir M. Hussain, Hussein Al-Bahadili, Michelle S. Bishop.

Математические модели, используемые для оценки эффективности ИТ и в целом инвестиционных проектов, рассмотрены в работах Д.В. Вяткина, А.И. Науменко, В.В. Климова, В.А. Мельникова, О.М. Галеева, Е.И. Зоткиной, А.Л. Басовского, В.Н. Лившица, П.Л. Виленского, С.А. Смоляк и других. Оценка рисков при внедрении ИТ рассмотрена в работах Т.В. Скрынник, Г.Н. Ермошкина, А. Астахова. Практика применения различных математических моделей оценки эффективности ИТ представлена в работах Г.А. Мамаевой, В.В. Вихман, И.В. Леоновой.

Особенности облачных вычислений, их преимущества и недостатки представлены в работах Т. Валентинова, А. Москаленко, А. Банбанина, П. Антонова и других авторов.

Вопросы по разработке ИТ-стратегии рассмотрены в работах А.Г. Михайлова, А. Холодкова, М. Восканян.

Среди исследований в области системного анализа и управления, которые применялись для оценки ИТ, либо представляют собой особый интерес в методологии, можно отметить работы Р. Брейли, В.А. Силича, М.П. Силич, А.А. Захаровой, А.А. Мицеля, В.А. Анфилатова, Ю.П. Ехлакова, Ф.И. Перегудова, А.М. Корицова, С.И. Павлова и других.

**Цель:** разработка моделей и программного обеспечения поддержки выбора облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии, повышающих обоснованность и эффективность решений при разработке ИТ-стратегии.

Для достижения цели решались следующие **задачи:**

1. Исследование проблем, стоящих перед предприятиями при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения.

2. Анализ существующих методов, моделей и программных продуктов оценки эффективности и рисков внедрения инвестиционных ИТ-проектов на предмет их возможного использования для обоснования решений при внедрении облачных технологий в условиях неопределенности.

3. Разработка методики поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии.

4. Разработка системы критериев и показателей оценки результативности внедрения облачных технологий.

5. Разработка модели оценки результативности внедрения облачных ИТ-сервисов на основе предложенной системы критериев.

6. Разработка модели поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам, учитывающей технические возможности, степень риска и влияние внедрения облачных ИТ-сервисов на достижение бизнес-стратегии предприятия.

7. Разработка программного обеспечения информационной системы поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов, реализующего оригинальные математические модели оценки.

**Объект исследования:** процесс выбора облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии при разработке ИТ-стратегии.

**Предмет исследования:** методы, модели поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии.

**Методы исследования:** методы системного анализа, метод анализа иерархий, метод экспертных оценок, многокритериальный подход, линейное программирование.

#### **Научная новизна исследования**

1. Методика поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии, позволяющая в отличие от существующих методов учитывать специфику облачных технологий и определять приоритеты альтернатив облачных ИТ-сервисов для внедрения на основе системы оригинальных моделей.

2. Интегральная модель оценки результативности внедрения облачных ИТ-сервисов на основе многокритериального подхода и экспертных оценок. В отличие от существующих моделей, основывается на новой системе критериев оценки, которая учитывает следующие факторы принятия решения: эффективность для бизнеса, финансовые преимущества, технические возможности, надежность работы и информационная безопасность, степень риска, психологический фактор.

3. Модель поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам на основе метода анализа иерархий, позволяющая в отличие от существующих моделей осуществлять оценку возможности перехода ИТ-приложений в облачную среду на основе количественных и качественных критериев, классифицируемых по трем группам: бизнес-ценность, техническая возможность и степень риска.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в развитии и конкретизации методических подходов к классической оценке

эффективности и рисков ИТ, а также в разработке методики и системы математических моделей поддержки принятия решений в условиях неопределенности при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии.

### **Практическая значимость исследования**

Разработанные модели могут использоваться предприятиями и организациями в целях обоснования стратегических решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения. Данные методы позволят оценить риски, которые могут возникнуть при использовании облачных вычислений, сравнить ИТ-провайдеров, выбрать наилучшие варианты и приоритетность внедрения облачных ИТ-сервисов, определить результативность их использования.

Практическая ценность заключается в возможности получения в результате применения моделей рекомендаций об оптимальном выборе ИТ-приложений предприятия для миграции/внедрения в облачную среду, что является актуальной задачей в условиях ограниченного ИТ-бюджета предприятия.

В рамках работы диссертации была создана информационная система расчёта стоимости и оценки пригодности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную среду. Использование разработанной информационной системы позволит предприятиям вести автоматизированный расчет показателей и критериев результативности, а также определять возможную стоимость и риски, связанные с внедрением.

Материалы диссертации могут быть полезны научно-педагогическим работникам и обучающимся по дисциплинам «Управление информационными системами», «Информационный менеджмент».

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Методика поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии позволяет провести анализ данных об облачных ИТ-сервисах и провайдерах облачных услуг, оценить альтернативы и сформировать рекомендации по выбору облачных ИТ-сервисов, повышает качество и обоснованность управленческих решений при разработке ИТ-стратегии (соответствует п. 4 паспорта специальности).

2. Интегральная модель оценки результативности внедрения облачных ИТ-сервисов на основе многокритериального подхода и экспертных оценок позволяет произвести оценку облачных ИТ-сервисов и осуществить отбор наиболее результативных для достижения бизнес-стратегии предприятия (соответствует п. 4, 5 паспорта специальности).

3. Модель поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам на основе метода анализа иерархий позволяет оценить ИТ-приложения на предмет возможности их работы в облачной среде по трем критериям (бизнес-ценность, техническая возможность, степень риска) и сформировать рекомендации для принятия решений на основе матрицы решений (соответствует п. 4, 5 паспорта специальности).

**Достоверность полученных результатов** подтверждается обоснованным применением методов системного анализа, линейного программирования, теории принятия решений, а также адекватностью моделей поддержки принятия решений, сопоставимостью результатов с реальными данными.

**Внедрение результатов диссертационного исследования.** Результаты диссертационного исследования внедрены в деятельность отдела автоматизированных систем управления ПАО «Рутелеком»; в учебный процесс Юргинского технологического института в учебных курсах «Управление информационными системами», «Теория и практика применения управленческих решений».

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях различного уровня: XVII и XIX Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», Санкт-Петербург, 1-3 июля 2013 и 2015 г. г.; XI и XII Международной научно-практической конференции «Молодежь и современные информационные технологии», Томск, 13-16 ноября 2013 и 2014 г. г.; XX Международной научно-практической конференции «Современные техника и технологии», Томск, 3-4 апреля 2014 г.; Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии поддержки принятия решений в экономике», Юрга, 29 апреля 2014 г.; V Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и экономика в машиностроении», Юрга, 26 мая 2014 г.; Всероссийской научно-практической конференции «Математика в естественнонаучных исследованиях», Юрга, 9-10 октября 2014 г.; Международном симпозиуме «Молодежь и будущее авиации и космонавтики», Москва, 18 ноября 2014 г.; Международном научном конгрессе «Гражданское общество России: становление и пути развития», Москва, 23 апреля 2015 г.; Международной конференции «Innovation management and corporate sustainability 2015», Чехия, Прага, 21-22 мая 2015 г.

Автор является победителем, лауреатом двенадцати Международных и Всероссийских конкурсов НИР, конференций по этой теме.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 27 работ, среди которых 7 статей в журналах из перечня ВАК РФ, 4 статьи в журналах из реферативной базы данных Scopus, 16 публикаций в материалах Международных и Всероссийских научно-практических конференций. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015662819.

**Личный вклад автора.** Постановка задачи была осуществлена совместно с научным руководителем. Автором была предложена методика поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии. Разработаны система критериев и показателей для оценки результативности и возможности перехода ИТ-приложений в облачную среду, модели поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения (интегральная модель оценки результативности;

модель оценки возможности перехода в облачную среду); программное обеспечение в соавторстве со студентом (соисполнителем гранта).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по каждой главе, заключения, списка литературы из 141 наименования, 6 приложений, содержит 21 рисунок и 63 таблицы. Основной текст работы составляет 152 страницы, общий объем – 158 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** изложена общая характеристика диссертационной работы: аргументирована ее актуальность, сформулирована цель и задачи работы, отражена научная новизна и практическая ценность.

В **главе 1** описано современное состояние проблемы применения облачных технологий, необходимость проведения анализа при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии. Рассмотрены особенности внедрения облачных ИТ-сервисов, основные понятия и специфика применения облачных вычислений, их возможности и риски; проведен обзор рынка «облачных услуг»; показана важность разработки стратегии перехода к облачным ИТ-сервисам. Также проведен анализ существующих методов, моделей и программных продуктов для оценки эффективности и рисков внедрения инвестиционных ИТ-проектов, инструментов стратегического анализа на предмет их возможного использования при принятии решения при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии.

При отборе приложений для внедрения в облачную среду необходимо сначала определить и проанализировать коммерческие и технические факторы, влияющие на внедрение. Предприятие определяет, какие из своих многочисленных приложений следует перенести в облачную среду и каким образом осуществить этот переход. Выбор приложений и подход к процессу внедрения могут повлиять не только на реализацию, но также и на качество обслуживания пользователей.

В результате анализа литературы установлено, что существующие методы связаны в основном с оценкой конкретных сформированных ИТ-проектов, в то время как при разработке стратегии, необходимо принять концептуальные, принципиальные решения в сфере ИТ, в том числе по выбору и внедрению облачных ИТ-сервисов на предприятии. Такие методы еще слабо разработаны. Важно еще на стадии формирования стратегии определить, какие приложения больше всего будут удовлетворять бизнес-стратегии предприятия, оценить провайдеров облачных услуг с точки зрения надежности и безопасности и провести анализ данных, необходимых для осуществления перехода в облако. Использование типового инструментария стратегического планирования также не позволяет этого сделать. Однако применение, например, SWOT-анализа поможет определить стратегические направления развития организации при внедрении облачных сервисов, что важно при принятии решения.



В главе 2 описана предложенная методика поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии на основе системного подхода с подробным рассмотрением математических моделей, выносимых на защиту. Данная методика включает в себя выполнение трех этапов (см. рис. 1).

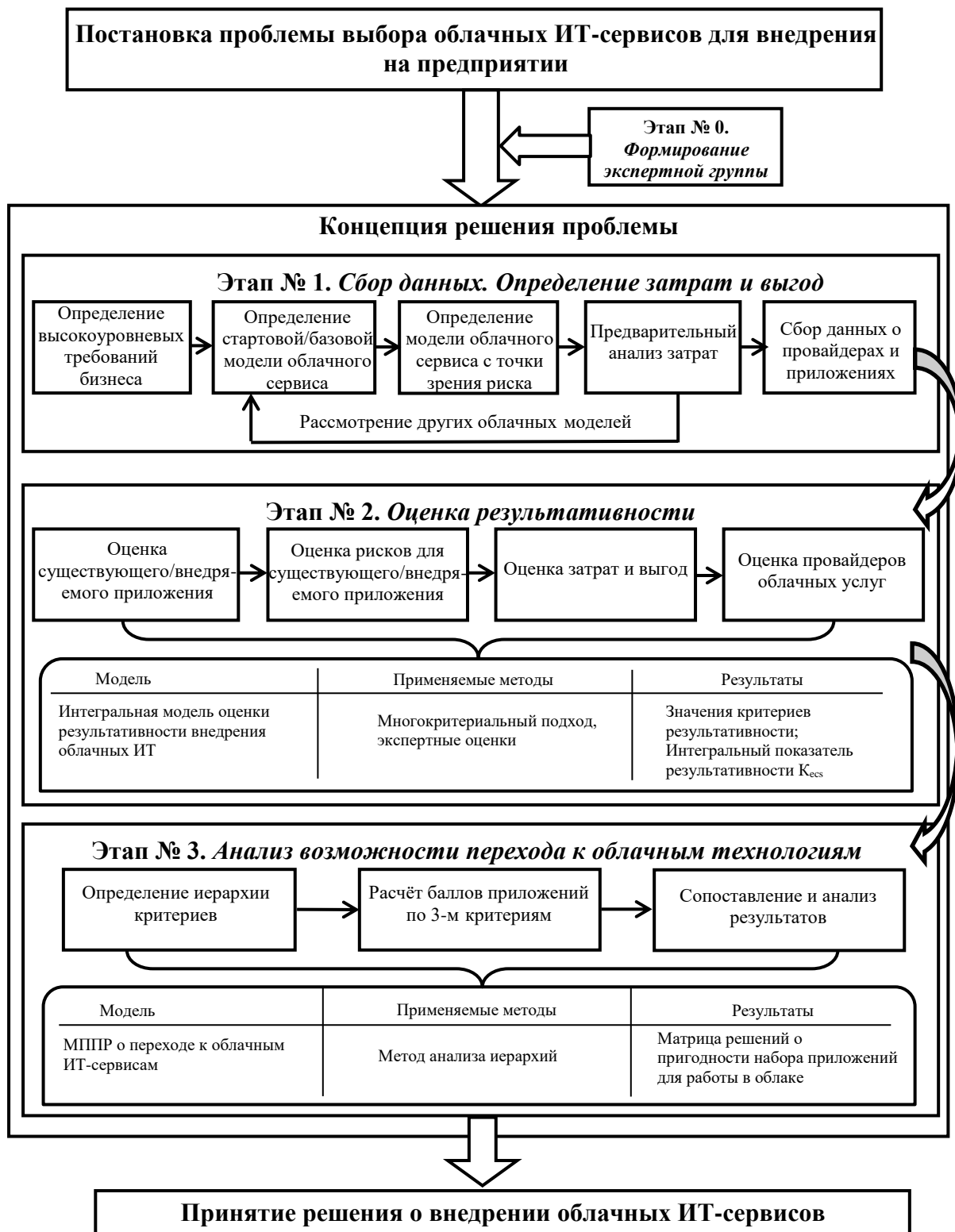


Рис.1 – Методика поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии

Начальным этапом при постановке проблемы выбора облачных ИТ-сервисов является формирование экспертной группы.

На **первом этапе «Определение затрат и выгод»** производится сбор данных и определяются затраты и выгоды внедрения облачных сервисов.

На **втором этапе «Оценка результативности»** производится экспертная оценка облачных ИТ-сервисов в соответствии с функциональными и юридическими требованиями бизнеса. После проведения экспертного опроса рассчитываются значения отдельных критериев и интегрального показателя «Результативность облачного ИТ-сервиса» по предложенной системе критериев оценки результативности (таблица 1) и интегральной модели.

На **третьем этапе «Анализ возможности перехода к облачным технологиям»** производится расчёт по предложенной модели поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам и осуществляется выбор облачных ИТ-сервисов для внедрения на основе матрицы решений.

**Интегральная модель оценки результативности применения облачных ИТ-сервисов.**

Для предварительного отбора сервисов предлагается использовать интегральную модель оценки результативности. Показатель «Результативность облачного сервиса» рассчитывается по формуле:

$$K_{ecs} = Иб \cdot \left( \sum_1^5 a_i \cdot П_i \right) \quad (1)$$

$$K_{ecs} = Иб \cdot (a_1 \cdot Эб + a_2 \cdot Фп + a_3 \cdot Тп + a_4 \cdot Ср + a_5 \cdot Пф), \quad (1 \text{ а})$$

где  $K_{ecs}$  – Интегральный показатель «Результативность облачного сервиса» (Effectiveness of cloud services);

$Эб$  – значение критерия «Эффективность для бизнеса»;

$Фп$  – значение критерия «Финансовые преимущества»;

$Тп$  – значение критерия «Технический приоритет»;

$Иб$  – значение критерия «Надежность работы и информационная безопасность»;

$Иэ$  – значение критерия «Степень риска»;

$Пф$  – значение критерия «Психологический фактор».

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  – коэффициенты весомости.

Расчёт интегрального показателя включает следующие этапы:

1. Сбор данных. Определение количественных и качественных показателей, исходя из ответов провайдера облачного ИТ-сервиса, контрактов, договоров, прайс-листов. Эта работа проведена на первом этапе предлагаемой методики выбора облачных ИТ-сервисов.

2. Балльная оценка экспертом всех показателей из таблицы 1 в соответствии с предложенной шкалой предпочтительности, приведенной в таблице 2. Для понимания требуемых стандартов следует использовать документы – «Стандарты и руководства по использованию облачных вычислений», разработанные в 2014 году Объединенным техническим комитетом JTC 1. Также в качестве стандартных значений показателей могут

выступать: показатели лидера-конкурента на рынке, показатели аналога-конкурента, собственное представление эксперта.

3. Расчёт коэффициентов весомости для критериев.

4. Расчёт значений критериев по формулам (таблица 1).

5. Расчет интегрального показателя результативности облачного сервиса ( $K_{ecc}$ ) по формуле 1 (1а).

Таблица 1 – Система критериев оценки результативности применения облачных ИТ-сервисов на предприятии

| Критерии и показатели результативности                     | Роль показателя в оценке  | Формула для расчёта критерия (показателя)  |
|--|---|--|
| <b>1. Эффективность для бизнеса (Эб)</b>                   |   |  |
| Рост скорости (гибкости) ( $Pc$ )                          | Скорость помогает снизить расходы на подключение новых пользователей (масштабирование) и нового функционала                               | <i>В этом критерии оценивается – происходит ли повышение значений (оптимизация) приведенных показателей? Если да, то можно говорить об эффективности применения облачного сервиса для бизнеса.</i>   |
| Производительность работы пользователей ( $Prn$ )          | Определяется сокращение затрат и сроков на обработку инцидентов и изменений   | По показателям данного критерия производится в основном качественная оценка данных и представление их в баллы.   |
| Оптимизация использования ресурсов ( $Oip$ )               | Устанавливается сокращение простоев вычислительных систем, т. к. компании используют только те вычислительные ресурсы, которые необходимы | Для определения показателя «Оптимизация использования ресурсов» ( $Oip$ ) используется формула:<br>$\text{Использованные часы}_{\text{облака}} \times (\text{доход} - \text{Стоимость } 1\text{ч}_{\text{облака}}) \geq$ $\geq \text{Использованные Часы}_{\text{ЦОД}} \times \left( \text{доход} - \frac{\text{Стоимость } 1\text{ч}_{\text{ЦОД}}}{\text{Средняя Загрузка}} \right)$ $\text{Эб} = a_{11} \cdot Pc + a_{12} \cdot Prn + a_{13} \cdot Oip + a_{14} \cdot Kб,$ (1.1) |
| Критичность для бизнеса ( $Kб$ )                           | Определяется важность облачного приложения при основании нового бизнеса или выходе на новый рынок   | где $Pc$ , $Prn$ , $Oip$ , $Kб$ – балл соответствующих показателей;<br>$a_{11}$ , $a_{12}$ , $a_{13}$ , $a_{14}$ – коэффициенты весомости.   |
| <b>2. Финансовые преимущества (Фп)</b>                     |   |  |
| Расходы на облачные сервисы (стоимость миграции) ( $Poc$ ) | Затраты на внедрение сервиса (капитальные, операционные и потенциальные расходы)  | $\Phi n = \frac{\text{Эс}}{Poc}, \quad (1.2)$  |
| Экономия средств ( $Эс$ )                                  | Оценка сокращения капитальных и операционных затрат от облачных сервисов  | где $Poc$ , $Эс$ – значения показателей в денежном эквиваленте. При определении затрат на облачный сервис учитываются все затраты: капитальные, операционные и потенциальные расходы.  |
| <b>3. Критерий технического приоритета (Тп)</b>            |   |  |
| Интеграция ( $I$ )   | Определяется простота интеграции  | $Tn = a_{21} \cdot I + a_{22} \cdot \text{Вмпo} + a_{23} \cdot Tc + a_{24} \cdot Dn, \quad (1.3)$ где $I$ , $\text{Вмпo}$ , $Tc$ , $Dn$ – баллы соответствующих показателей;<br>$a_{21}$ , $a_{22}$ , $a_{23}$ , $a_{24}$ – весомости.   |
| Возможность миграции приложений в облако ( $\text{Вмпo}$ ) | Функциональная сложность миграции и размер приложений   |  |
| Технологический стек ( $Tc$ )                              | Среда работы приложения (база данных, операционная система)   |  |
| Дизайн приложения ( $Dn$ )                                 | Удобство интерфейса и виртуализация   |  |

Продолжение таблицы 1

| 4. Критерий надежности работы и информационной безопасности (Иб) |   |   |
|--|---|---|
| Сохранность хранимых данных (Cд)                                 | Работа сервиса-провайдера по обеспечению сохранности хранимых данных  | $Иб = \sqrt[5]{Cд \cdot Зд \cdot А \cdot Ин \cdot Бр} \quad (1.4)$ <p>где Cд, Зн, Ау, Ин, Бр – баллы соответствующих показателей.</p> <p>Применение мультипликативной модели обосновывается тем, что низкие оценки даже по одному-двум показателям нежелательны. Если хоть один показатель нулевой, то значение критерия тоже нулевое. Аддитивная свёртка здесь не подходит, так как приведенные показатели не компенсируют друг друга. Показатели имеют одинаковые коэффициенты весомости.</p> |
| Защита данных при передаче (Зд)                                  | Обеспечение сохранности данных провайдером при их передаче (это должно быть как внутри облака, так и на пути от/к облаку)                   |   |
| Аутентификация (А)   | Распознавание провайдером подлинности клиента   |   |
| Изоляция пользователей (Ин)                                      | Отделение данных и приложений одного клиента от данных и приложений других клиентов   |   |
| Бесперебойная работа и доступность (Бр)                          | Неспособность гарантировать время бесперебойной работы, оговоренное в контракте   |   |
| 5. Критерий степени риска использования облачного сервиса (Ср)   |   |   |
| Нормативно-правовые вопросы (Hнв)                                | Степень использования провайдером законов и правил, применимым к сфере облачных вычислений  | $Ср = a_{31} \cdot Hнв + a_{32} \cdot Pн + a_{33} \cdot H + a_{34} \cdot Bкд + a_{35} \cdot П \quad (1.5)$ <p>где Hнв, Pн, H, Bкд, П – баллы соответствующих показателей;</p> <p>a<sub>31</sub>, a<sub>32</sub>, a<sub>33</sub>, a<sub>34</sub>, a<sub>35</sub> – коэффициенты весомости.</p>   |
| Реакция на происшествия (привязка к поставщику) (Pн)             | Реагирование провайдера на происшествия, степень вовлечения клиентов в инцидент; возможность передачи некоторых рисков облачному провайдеру |   |
| Несовместимость (H)  | Определяется совместимость облачных сервисов с имеющейся ИТ-инфраструктурой   |   |
| Восстановление конфиденциальности и данных (Bкд)                 | Оговаривается в контракте, каким образом будет производиться восстановление данных в случае инцидента                                       |   |
| Переплата по схеме pay-as-you-go (П)                             | Привлеченные дополнительные ресурсы могут остаться подключенными после окончания пикового спроса  |   |
|  |   |   |

Продолжение таблицы 1

| Критерии и показатели результативности                    | Роль показателя в оценке  | Формула для расчёта критерия (показателя)  |
|---|---|--|
| <b>6. Критерий влияния психологического фактора (Пф)</b>  |   |  |
| Удовлетворённость сотрудников предприятия ( <i>Ус</i> )   | Влияние мобильности и высокого быстродействия на сотрудников; сокращение времени отклика на инциденты и запросы           | <p>Данная оценка проводится при помощи опроса (анкетирования) сотрудников с последующей обработкой данных анкет группой планирования.</p> <p>Сотрудники, которые будут работать с конкретным приложением, отвечают на вопросы анкеты с проставлением баллов, пользуясь шкалой от 0 до 1. Предлагается 12 вопросов (по 3 для каждого показателя).</p> <p>Далее группа планирования обрабатывает результаты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Находится среднее арифметическое по каждому показателю в анкете согласно представленным баллам за ответы на вопросы.</li> <li>2. Рассчитывается групповая средняя оценка показателей с учетом всех анкет.</li> <li>3. Определяется обобщенный показатель «Психологический фактор» по формуле 1.6.</li> </ol> $Пф = a_{41} \cdot Ус + a_{42} \cdot Гу + a_{43} \cdot УИс + a_{44} \cdot Пм, \quad (1.6)$ <p>где <i>Ус</i>, <i>Гу</i>, <i>УИс</i>, <i>Пм</i> – баллы соответствующих показателей;</p> <p><i>a<sub>41</sub></i>, <i>a<sub>42</sub></i>, <i>a<sub>43</sub></i>, <i>a<sub>44</sub></i> – коэффициенты весомости.</p> |
| Индекс готовности к инновациям (изменениям) ( <i>Гу</i> ) | Степень готовности сотрудников к внедрению новых технологий на производстве   |  |
| Умственные и интеллектуальные способности ( <i>УИс</i> )  | Выявление воли, способности к монотонной работе, усидчивости; выявление возможности памяти, внимания, мышления сотрудника |  |
| Показатель мотивации ( <i>Пм</i> )                        | Влияние мотивирующих факторов на работу   |  |

Таблица 2 – Шкала предпочтительности показателей (критериев)

| Значение показателя | Вербальное значение показателя результативности облачного сервиса  |
|---------------------|--|
| 1                   | Показатель результативности применения облачного сервиса очень высокий (превышение над стандартным в 2 раза и более) |
| 0,9                 | Показатель результативности довольно высокий (превышение над стандартным на 50-70 %)                                 |
| 0,8                 | Показатель результативности достаточно высокий (превышение над стандартным на 30-50 %)                               |
| 0,7                 | Показатель результативности вроде бы высокий (превышение над стандартным на 10-30 %)                                 |
| 0,6                 | Выше среднего (соответствует стандартному с небольшим преимуществом)   |
| 0,5                 | Средний уровень показателя результативности (на уровне стандартного)   |
| 0,4                 | Немного ниже среднего (соответствует стандартному с незначительными исключениями)                                    |
| 0,3                 | Показатель результативности вроде бы низкий (отставание от стандартного на 10-30 %)                                  |
| 0,2                 | Показатель результативности достаточно низкий (отставание от стандартного на 30-50 %)                                |
| 0,1                 | Показатель результативности довольно низкий (отставание от стандартного на 50-70 %)                                  |
| 0                   | Показатель результативности очень низкий (отставание от стандартного на 70-100 %)                                    |

Метод исключает повтор отдельных показателей, позволяет объективно оценить результативность применения облачного ИТ-сервиса.

**Модель поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам** на основе метода анализа иерархий. Оценка приложения производится по трем групповым критериям: бизнес-ценность, техническая возможность и степень риска. На рис.2 представлены этапы оценки по модели в виде схемы.

Во-первых, из процесса оценки с самого начала исключаются те приложения, которые явно не подходят для работы в облаке, например, такие, которые не смогут реализовать поставленные задачи в облаке или имеют особые требования к безопасности. Это делается на 2-ом этапе предлагаемой методики («Оценка результативности») по Интегральной модели. Исключаются те приложения, у которых балл  $K_{ecs} < 0,5$ .

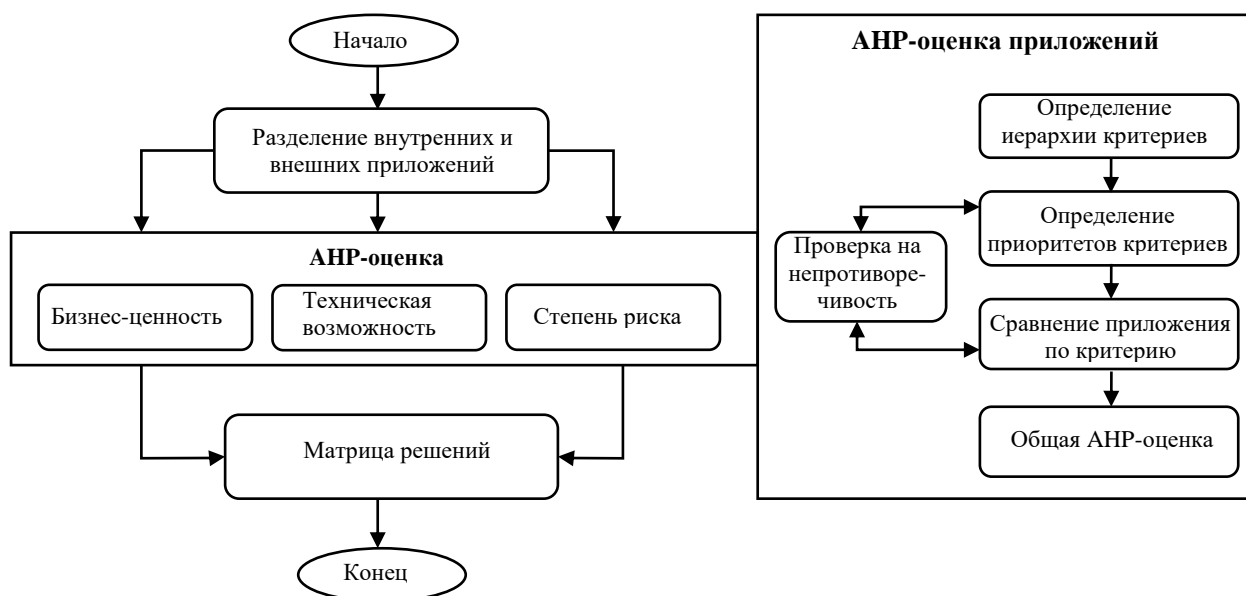


Рис. 2 – Схема этапов оценки по модели поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам

*Первый этап* – разделение приложений на внутренние и внешние. Эти виды приложений оцениваются по отдельности, поскольку имеют разную природу и значение.

*На втором этапе* осуществляется собственно экспертная оценка приложений в контексте трех групповых критериев. Для формализации экспертных знаний и расчета экспертных оценок предлагается использовать метод анализа иерархий. Этот метод позволяет рассматривать иерархию критериев по уровням, проводить сравнение критериев на основе попарных сравнений, а также формализовывать как количественную, так и качественную экспертную информацию. Для каждого критерия имеется своя иерархия подкритериев (таблица 3). На рис. 3 представлена иерархия для оценки набора приложений по критерию бизнес-ценность работы в облаке.

Эксперт должен составить матрицу попарных сравнений для критериев каждого уровня, выражая своё мнение об относительных приоритетах критериев.

Таблица 3 – Иерархия критериев для трёх групповых критериев

|  |  |   |
|--|--|---|
| Бизнес-ценность                          | Эффективность ИТ-проекта                     | Небольшой период внедрения                      |
|  |  | Низкая стоимость миграции                       |
|  |  | Низкая стоимость эксплуатации                   |
|  | Эффект для основной деятельности предприятия | Критичность для бизнеса                         |
|  |  | Повышение производительности труда              |
|  |  | Увеличение выпуска и качества продукции (услуг) |
|  |  | Снижение затрат на выпуск продукции             |
| Установление оптимального уровня запасов |  |   |
| Степень риска                            | Незавершенность                              | Нечёткая лицензия COTS                          |
|  |  | Отсутствие стандартов                           |
|  |  | Преждевременное предложение от поставщика       |
|  |  | Нечёткая модель оплаты за использование         |
|  | Потеря управляемости                         | Отсутствие руководства                          |
|  |  | Несоответствие корпоративной политике           |
|  | Нормативно-правовые вопросы                  | Невыполнение SLA                                |
|  |  | Соответствие нормативным документам             |
|  | Проблемы безопасности                        | Отсутствие изоляции данных                      |
|  |  | Защита данных                                   |
|  |  | Отсутствие аудита                               |
|  | Техническая возможность                      | Простота интеграции                             |
| Количество устройств для интеграции      |  |   |
| Чётко определенная точка интеграции      |  |   |
| Простота миграции                        |  | Непроприетарный код                             |
|  |  | Функциональная сложность                        |
|  |  | Размер приложения                               |
|  |  | Размер базы данных                              |
| Технологический стек                     |  | Среда исполнения                                |
|  |  | Базы данных                                     |
|  |  | Операционная система                            |
| Дизайн приложения                        |  | Основанный на сервисах дизайн                   |
|  |  | Использование виртуализации                     |

При оценке приложения по количественному критерию приложения сравниваются друг с другом с учетом количественного значения критерия:

- Балл приложения по критерию, имеющему положительный эффект, рассчитывается путем по формуле: 
$$r_{in} = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i}$$

- По критерию, имеющему отрицательный эффект, относительный балл приложения рассчитывается путем определения обратных значений  $\frac{1}{x}$  и последующей их нормализации.

Для **качественного критерия** относительный балл приложения рассчитывается путем попарного сравнения аналогично определению приоритетов для критерия.

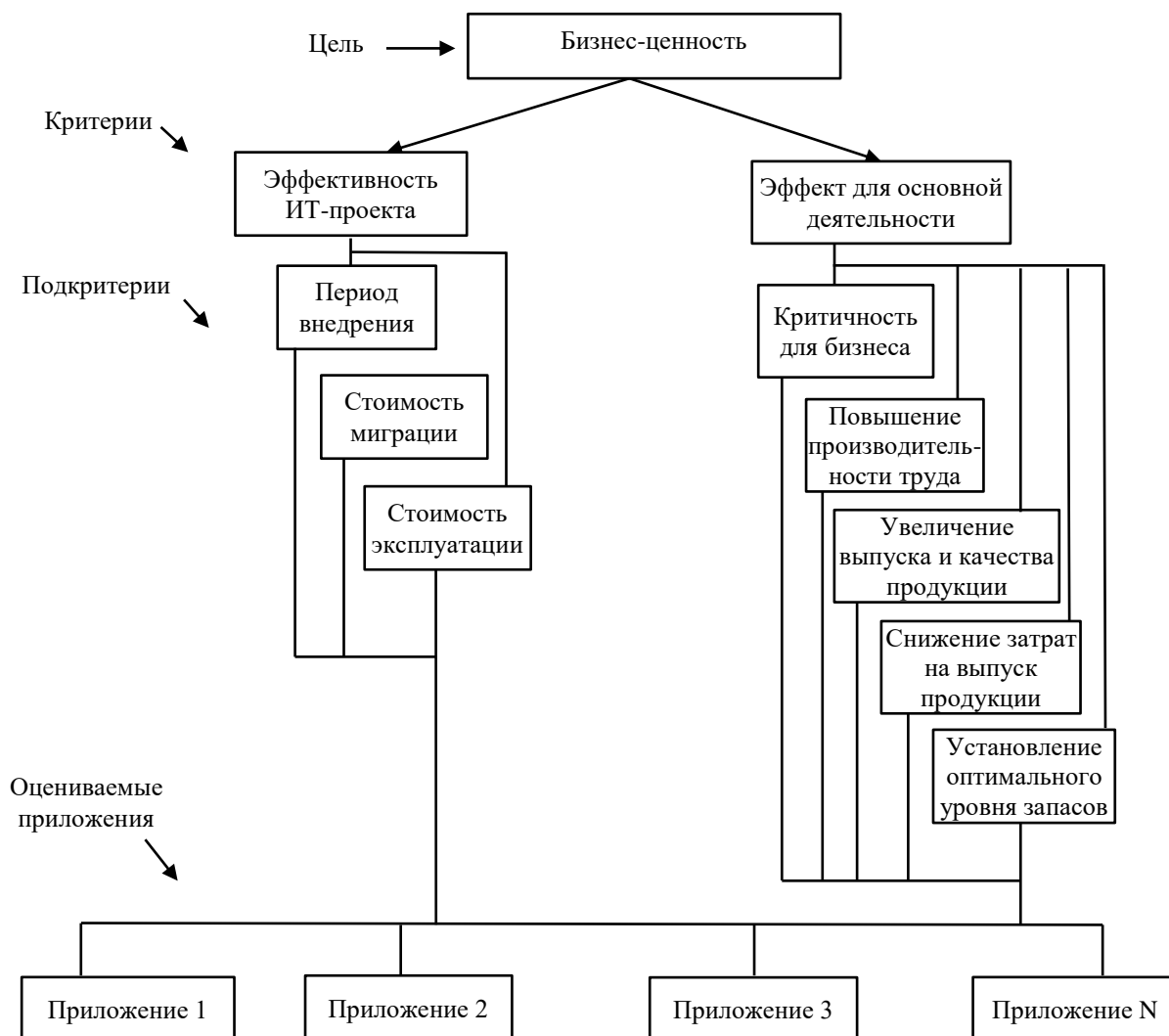


Рис. 3 – Иерархия для оценки набора приложений по критерию бизнес-ценность

На основе каждой из построенных матриц парных сравнений формируются наборы локальных приоритетов, которые отражают важность сравниваемых элементов по отношению к направляемому элементу. Для этого вычисляют собственные вектора для каждой матрицы по формуле:

$$a'_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \text{ а затем нормализуют результат по формуле: } a_i = a'_i / \sum_{i=1}^n a'_i$$

Для оценки согласованности матрицы используется индекс согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС), которые вычисляются по формулам:  $ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ ;  $ОС = ИС / СС$ , где  $n$  – размерность матрицы (число сравниваемых элементов),  $\lambda_{\max}$  – наибольшее собственное значение матрицы. Величина ОС должна быть не более 10%.

Общий АНР-балл приложения для критерия рассчитывается по формуле:

$$S_x = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_j} (P_i) * (p_{ij}) * (s_{ijx})$$

где:  $S_x$  – АНР-балл для  $x$ -го приложения;



$M$  – число групп критериев;  
 $N_i$  – число элементов в  $i$ -ой группе критериев;  
 $P_i$  – значение приоритета  $i$ -ой группы критериев;  
 $p_{ij}$  – значение приоритета  $j$ -го критерия, принадлежащего  $i$ -ой группе критериев;

$s_{ijx}$  – балл сравнения  $x$ -го приложения по  $j$ -му критерию в  $i$ -ой группе критериев.

На третьем этапе после выполнения АНР-оценки рассчитанные баллы приложений преобразуются в лингвистические оценки. Статус «высокая» присваивается приложению, если его балл ( $S_x$ )  $> 1/n$ , где  $n$  – количество оцениваемых приложений. Если балл ( $S_x$ )  $< 1/n$  – присваивается статус «низкая».

Затем по матрице решений (таблица 4) формируются рекомендации по выбору облачных ИТ-сервисов для внедрения. Приложения, входящие в верхние строки матрицы будут наиболее подходить для развертывания в облачной среде.

Таблица 4 – Матрица решений о пригодности приложений для миграции в облачную среду

| Бизнес-ценность | Техническая возможность | Степень риска | Пригодность   |
|-----------------|-------------------------|---------------|---|
| Высокая         | Высокая                 | Низкая        | Подходит по всем критериям. Приложения этой группы больше всего подходят для внедрения/переноса в облако. |
| Высокая         | Низкая                  | Низкая        | Подходит по двум критериям. Приложения этой группы пригодны для облачных вычислений.                      |
| Низкая          | Высокая                 | Низкая        | Подходит по двум критериям  |
| Низкая          | Низкая                  | Низкая        | Подходит по одному критерию. Приложения в этой группе не являются идеальными кандидатами.                 |
| Низкая          | Низкая                  | Высокая       | Не подходит ни по одному критерию. Приложения этой группы лучше всего оставить без изменений.             |

В главе 3 приведен примеры расчетов по предлагаемым моделям поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на примере предприятия ПАО «Рутелеком», предоставляющего услуги в сфере телекоммуникаций населению и предприятиям города. Среди кандидатов для перехода в «облако» рассмотрены следующие приложения: «1С: Управление предприятием», «1С: Управление персоналом», «1С: Бухгалтерия». Также в качестве новых сервисов, которые могли бы использоваться на предприятии для выполнения бизнес-процессов были рассмотрены: Виртуальный облачный сервер, Корпоративная почта, Microsoft Office, Резервное копирование, Облачная IP-АТС, Частное облако 2.0. В качестве провайдера облачных услуг рассматривался «Cloud4Y».

Оценка по предложенным моделям производилась группой экспертов из четырех человек.

Для предварительного отбора из девяти сервисов предлагается использовать интегральную модель оценки результативности. В результате расчетов коэффициентов весомости определены формулы для критериев оценки (2.1-2.4):

$$\text{Эффективность для бизнеса: } \text{Эб} = 0,49 \cdot \text{Рс} + 0,31 \cdot \text{Прп} + 0,12 \cdot \text{Оир} + 0,08 \cdot \text{К} \quad (2.1)$$

$$\text{Технический приоритет: } (\text{Тп}) = 0,65 \cdot \text{И} + 0,21 \cdot \text{Вмп} + 0,09 \cdot \text{Тс} + 0,05 \cdot \text{Дп}; \quad (2.2)$$

$$\text{Степень риска: } (\text{Ср}) = 0,27 \cdot \text{Нпв} + 0,2 \cdot \text{Рпп} + 0,1 \cdot \text{Н} + 0,4 \cdot \text{Вд} + 0,03 \cdot \text{Пнс} \quad (2.3)$$

$$\text{Психологический фактор: } (\text{Пф}) = 0,25 \cdot \text{Ус} + 0,25 \cdot \text{Ги} + 0,25 \cdot \text{УИс} + 0,25 \cdot \text{Пм} \quad (2.4)$$

Формула для расчета интегрального показателя:

$$K_{ecs} = \text{Иб} \cdot (0,29 \cdot \text{Эб} + 0,16 \cdot \text{Фп} + 0,07 \cdot \text{Тп} + 0,45 \cdot \text{Ср} + 0,02 \cdot \text{Пф}) \quad (2.5).$$

Применение интегральной модели на основе обработки данных группового экспертного опроса позволило получить следующие результаты для 9-ти оцениваемых сервисов (таблица 6).

Таблица 6 – Расчеты для 9-ти оцениваемых сервисов ПАО «Рутелеком»

| Оцениваемые сервисы           | Критерии результативности |      |      |      |      |      | $K_{ecs}$ |
|-------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|-----------|
|                               | Эб                        | Фп   | Тп   | Иб   | Ср   | Пф   |           |
| Частное облако 2.0            | 0,82                      | 0,9  | 0,5  | 0,85 | 0,77 | 0,92 | 0,66      |
| «ИС: Управление предприятием» | 0,7                       | 0,7  | 0,56 | 0,81 | 0,76 | 0,83 | 0,59      |
| Облачная IP-АТС               | 0,84                      | 0,45 | 0,79 | 0,75 | 0,83 | 1    | 0,58      |
| «ИС: Бухгалтерия»             | 0,65                      | 0,4  | 0,78 | 0,85 | 0,66 | 0,56 | 0,53      |
| Резервное копирование         | 0,34                      | 0,15 | 0,77 | 0,83 | 0,68 | 0,5  | 0,42      |
| «ИС: Управление персоналом»   | 0,44                      | 0,15 | 0,76 | 0,81 | 0,55 | 0,46 | 0,38      |
| Корпоративная почта           | 0,28                      | 0,05 | 0,68 | 0,78 | 0,7  | 0,5  | 0,38      |
| Виртуальный облачный сервер   | 0,29                      | 0,25 | 0,63 | 0,69 | 0,68 | 0,5  | 0,35      |
| Microsoft Office              | 0,11                      | 0,15 | 0,68 | 0,65 | 0,58 | 0,42 | 0,25      |

Интегральный показатель  $K_{ecs}$  для приложений ЧО, УПР, IP и Бух, имеет значение  $>0,5$ . Следовательно, данные сервисы подходят по критериям и удовлетворяют бизнес-стратегии предприятия. Мы можем рассматривать их дальше для анализа возможности перехода/внедрения в облако. Остальные приложения исключаются из дальнейшего анализа.

Результаты расчета по модели поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам сводятся в матрицу решений о пригодности приложений для миграции в облачную среду представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Матрица решений о возможности перехода ИС в облако

| Сервисы | Бизнес-ценность | Техническая возможность | Степень риска   | Пригодность               |
|---------|-----------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|
| IP      | 0,272 (высокая) | 0,283 (высокая)         | 0,249 (низкая)  | Подходит по 3-м критериям |
| ЧО      | 0,309 (высокая) | 0,293 (высокая)         | 0,275 (высокая) | Подходит по 2-м критериям |
| Бух     | 0,089 (низкая)  | 0,282 (высокая)         | 0,186 (низкая)  | Подходит по 2-м критериям |
| УП      | 0,331 (высокая) | 0,142 (низкая)          | 0,279 (высокая) | Подходит по 1-му критерию |

В результате проведенных вычислений можно сказать, что для предприятия «Рутелеком» для использования в облаке больше всего подходят «IP-АТС», «Частное облако 2.0» и «Бухгалтерия». Сервис «IP» подходит по трем критериям. «Частное облако» подходит по 2-м критериям, но степень риска высокая. «Бухгалтерия» также подходит по 2-м критериям, но бизнес-ценность низкая. «Управление предприятием» подходит по 1-му

критерию, и от него лучше отказаться. В целом, можно сказать, что по результатам проведенных расчетов для перехода в облако подходят 3 сервиса из рассматриваемых 4-х, однако приоритет отдается сервису «IP-АТС». Остальные 2 представляются менее ценными, и это будет зависеть от ИТ-бюджета организации.

В главе 4 описано разработанное программное обеспечение для расчета стоимости и оценки пригодности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную среду; представлены функции и основные объекты с представлением диалоговых окон программы, функциональные модели, диаграммы (в приложениях). Был произведен сравнительный анализ (таблица 8) разработанного программного обеспечения с существующими аналогами на предмет реализации необходимых функций. Аналоги разработанной системы не могут решить всех поставленных задач.

Таблица 8 – Анализ аналогов информационных систем

| Название программного продукта / Реализуемые функции          | RiskWatch, Cramm, Octave | ГРИФ | COMFAR III Expert | Project Expert | Альт-Инвест, Инвестор, Аналитик | Разработанная система |
|---|--------------------------|------|-------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------|
| Учет данных о провайдерах и предоставляемых облачных сервисах | -                        | -    | -                 | -              | -                               | +                     |
| Оценка эффективности ИТ-проекта                               | -                        | -    | +                 | +              | +                               | +                     |
| Оценка рисков ИТ-проекта                                      | +                        | +    | -                 | +              | -                               | +                     |
| Расчет стоимости внедрения                                    | -                        | -    | +                 | +              | +                               | +                     |
| Оценка возможности перехода ИТ-приложений в облачную среду    | -                        | -    | -                 | -              | -                               | +                     |

Также рассмотрено применение типового инструментария стратегического анализа и оценки проектов ИТ для принятия решений о внедрении облачных ИТ-сервисов на ПАО «Рутелеком» для подтверждения адекватности разработанных моделей. В качестве типового инструментария рассматривался SWOT-анализ, расчет показателя эффективности NPV, применение методов оптимизации (линейное программирование) для выбора инвестиционных ИТ-проектов в условиях ограниченности ресурсов.

Применение SWOT-анализа позволило определить стратегические направления развития организации, а также отдельные вопросы и критерии, требующие дополнительной оценки, которые совпадают с предложенной в диссертации системой критериев и показателей. Однако было выявлено, что типовой инструментарий стратегического анализа не позволяет понять, какие

именно приложения лучше всего подойдут для внедрения, и не дает возможности дать количественную оценку эффективности (преимуществ) и связанных с этим рисков.

После выбора подходящих приложений для перехода в облако, был проведен расчет показателя эффективности проекта – NPV (как лучшего из критериев, указывающего верные инвестиционные решения). Затем на основе данных показателей был произведен отбор группы проектов с наибольшей совокупной чистой приведенной стоимостью в случае ограниченного бюджета предприятия. Для этого использовалась **модель выбора инвестиционных программ в облачные технологии** на основе методов линейного программирования:

$$NPV = NPV_A \cdot x_A + NPV_B \cdot x_B + NPV_C \cdot x_C + NPV_D \cdot x_D \rightarrow \max$$

при: 
$$\begin{cases} C_0(A) \cdot x_A + C_0(B) \cdot x_B + C_0(C) \cdot x_C + C_0(D) \cdot x_D \leq K; \\ C_1(A) \cdot x_A + C_1(B) \cdot x_B + C_1(C) \cdot x_C + C_1(D) \cdot x_D \leq K; \\ 0 \leq x_A \leq 1, 0 \leq x_B \leq 1, 0 \leq x_C \leq 1, 0 \leq x_D \leq 1. \end{cases}$$

где  $x_A, x_B, x_C, x_D$  – доля инвестиций в соответствующий проект;

$C_0, C_1$  – денежный поток;

$K$  – ограниченный капитал.

В итоге, использование линейной модели нормирования капитала с применением целочисленного программирования показало, что следует оставить проекты «Частное облако 2.0» и «IP-АТС». Такой же результат нам дал применение МППР о переходе к облачным ИТ-сервисам.

Был проведен сравнительный анализ типового инструментария и предлагаемых моделей для принятия решений о внедрении облачных ИТ по критериям адекватности, согласно которым определялось, можно ли в применяемых методах:

- 1) оценить эффективность;
- 2) оценить риски;
- 3) провести отбор приложений;
- 4) провести анализ провайдера облачных услуг;
- 5) учитывать финансовые средства (стоимость);
- 6) выявить ценность для бизнеса;
- 7) оценить технические возможности миграции;
- 8) использовать количественную оценку;
- 9) использовать качественную оценку;
- 10) провести анализ удовлетворенности сотрудников.

В таблице 9 представлен сравнительный анализ методов по критериям адекватности. В результате сопоставления результатов было выявлено, что разработанные модели поддержки принятия решений и в целом сама методика выбора облачных ИТ-сервисов для внедрения дают схожие результаты в расчетах с известными методами для принятия решений, тем самым подтверждая адекватность предложенных моделей. Однако типовой инструментарий не позволяет выполнить все интересующие нас функции,

которые должны учитывать специфику облачных ИТ при разработке стратегии.

Таблица 9 – Сравнительный анализ типового инструментария и предлагаемых моделей для принятия решений о внедрении облачных ИТ

| Модели и методы ППП о внедрении облачных ИТ | Критерии адекватности применяемых методов |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| NPV   | ✓   |   | ✓ |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |    |
| TCO   | ✓   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |    |
| ROI   | ✓   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |    |
| REJ   | ✓   | ✓ |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |    |
| MFC   |   | ✓ |   | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |   |    |
| SWOT-анализ                                 |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |    |
| Методы оптимизации                          | ✓   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |   | ✓ |   |    |
| $K_{ecs}$                                   | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |
| МППП о переходе в облако                    | ✓   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |    |

### Основные результаты диссертационной работы

1. Исследованы проблемы, стоящие перед предприятиями при принятии решения о внедрении облачных технологий. Выявлено, что эти проблемы связаны с безопасностью использования данных и определением результативности применения таких технологий. Важным составляющим процесса внедрения облачных ИТ является разработка ИТ-стратегии, в ходе которой необходимо поставить цели и задачи, а также сопоставить их с целями бизнеса, проанализировать имеющуюся информацию, оценить результативность и риски при внедрении облачных ИТ-сервисов.

2. На основе проведенного анализа предметной области приведен обзор существующих методов, моделей и программных продуктов для оценки эффективности и рисков внедрения инвестиционных ИТ-проектов на предмет их возможного использования для оценки результативности при принятии решения о внедрении облачных технологий при разработке стратегии; рассмотрены их особенности, достоинства и недостатки. Выявлено, что эти методы не учитывают специфики облачных технологий, которые создают дополнительные риски и уязвимости, а некоторые из рассмотренных моделей могут быть использованы только для оценки эффективности инвестиционного ИТ-проекта.

3. Предложена методика поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения, включающая три этапа: «Сбор данных», «определение выгод и затрат»; «Оценка результативности»; «Анализ возможности внедрения облачных технологий».

4. Предложена система критериев и показателей для оценки результативности от внедрения облачных технологий на предприятии.

5. Разработана интегральная модель оценки результативности внедрения облачных технологий на предприятии в соответствии с требуемыми стандартами, при помощи которой по предложенным критериям можно еще на стадии формирования стратегии внедрения, определить какие приложения больше всего будут удовлетворять бизнес-стратегии

предприятия, оценить провайдеров облачных услуг с точки зрения надежности и безопасности и провести анализ удовлетворенности сотрудников.

6. Разработана модель поддержки принятия решений о переходе к облачным ИТ-сервисам на основе метода анализа иерархий, которая позволяет осуществлять оценку возможности перехода ИТ-приложений в облачную среду по трем групповым критериям: бизнес-ценность, техническая возможность и степень риска; позволяет получать рекомендации по принятию решения на основе матрицы решений.

7. Разработано программное обеспечение для расчёта стоимости и оценки пригодности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную среду.

8. Рассмотрено применение типового инструментария стратегического управления и оценки проектов ИТ для принятия решений о внедрении облачных ИТ-сервисов на ПАО «Рутелеком» для подтверждения адекватности разработанных моделей. В результате сопоставления результатов было выявлено, что разработанные модели дают схожие результаты в расчетах с известными методами. Однако типовой инструментарий не позволяет выполнить все необходимые функции, которые должны учитывать специфику облачных ИТ на начальном этапе разработки стратегии.

9. Осуществлен расчет по модели нормирования капитала, предназначенной для выбора инвестиционных программ в облачные технологии в условиях ограниченности ресурсов с оценкой показателя эффективности NPV на основе использования методов оптимизации.

10. Материалы диссертации внедрены и используются в отделе автоматизированных систем управления ПАО «Рутелеком» г. Юрга, а также используются в учебном процессе ЮТИ ТПУ.

### **Список основных публикаций по диссертационной работе**

**Публикации в рецензируемых журналах из списка ВАК и реферативной базы данных Scopus:**

1. **Разумников С.В.** Анализ существующих методов оценки эффективности информационных технологий для облачных ИТ-сервисов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. - 2013 - №. 3. - С. 1. - Режим доступа: [www.science-education.ru/109-9548](http://www.science-education.ru/109-9548).

2. **Разумников С.В.** Анализ возможности применения методов Octave, RiskWatch, Stamm для оценки рисков ИТ для облачных сервисов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. - 2014 - №. 1. - С. 1. - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/115-12197>.

3. **Разумников С.В.** Использование нелинейной модели для определения оптимального портфеля инвестиций в облачные ИТ-сервисы // Фундаментальные исследования. - 2013 - №. 8-2. - С. 302-305.

4. **Разумников С.В.** Оценка эффективности и рисков от внедрения облачных ИТ-сервисов // Фундаментальные исследования. - 2014. - Вып. № 11-1. - С. 33-38.

5. **Разумников С.В.**, Фисоченко (Кирдяшова) О.Н., Лунегов В.Ю. Информационная система оценки возможности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную

среду [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. - 2014 - №. 4. - С. 1. - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-13924>.

6. **Разумников С. В.** Оценка эффективности и рисков применения облачных ИТ-сервисов // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2014 - Т. 184. - С. 294-304.

7. **Разумников С.В.** Интегральная модель оценки эффективности и рисков облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии // Фундаментальные исследования. - 2015 - №. 2-24. - С. 5362-5366.

8. **Razumnikov, S.V.** Assessing efficiency of cloud-based services by the method of linear programming // Applied Mechanics and Materials. - 2013 - Vol. 379. - p. 235-239.

9. **Razumnikov, S.V., Zakharova, A.A., Kremneva, M.S.** A model of decision support on migration of enterprise IT-applications in the cloud environment // Applied Mechanics and Materials. - 2014 - Vol. 682. - p. 600-605.

10. **Razumnikov S., Kurmanbay A.** Models of evaluating efficiency and risks on integration of cloud-base IT-services of the machine-building enterprise: a system approach // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 124 (2016), Number 1, Tomsk – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/124/1/012089> (дата обращения: 11.05.2016).

11. **Razumnikov S., Prankevich D.** Integrated model to assess cloud deployment effectiveness when developing an IT-strategy, Volume 127 (2016), Number 1, Tomsk – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/127/1/012018> (дата обращения: 11.05.2016).

#### **Публикации в материалах научных конференций:**

1. **Разумников С.В.** Анализ программных продуктов, применяемых для оценки инвестиционных проектов [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 13-16 Ноября 2012. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012 - С. 200-201. - Режим доступа: [http://msit.tpu.ru/files/conf\\_2012.pdf](http://msit.tpu.ru/files/conf_2012.pdf).

2. **Разумников С.В.** Анализ традиционных методов оценки экономической эффективности ИТ-проектов // Прикладная математика, управление и информатика: сборник трудов Международной молодежной конференции. В 2 т, Белгород, 3-5 Октября 2012. - Белгород: ИД «Белгород», 2012 - Т. 2 - С. 528-532.

3. **Разумников С.В.** Применение теории нечетких множеств в оценке экономической эффективности и риска ИТ-проектов // Прикладная математика, управление и информатика: сборник трудов Международной молодежной конференции. В 2 т, Белгород, 3-5 Октября 2012. - Белгород: ИД «Белгород», 2012 - Т. 2 - С. 532-535.

4. **Разумников С.В.** Обзор имитирующих систем оценки эффективности внедрения ИТ // Информационные и математические технологии в науке, технике и медицине: сборник научных трудов всероссийская конференция с международным участием: в 2 т., Томск, 2-5 Ноября 2012. - Томск: ТПУ, 2012 - Т. 1 - С. 140-143.

5. **Разумников С.В.** Аддитивная модель оценки рисков при внедрении облачных ИТ-сервисов // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов II Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых: в 4 т., Томск, 8-12 Октября 2013. - Томск: ТПУ, 2013 - Т. 4 - С. 95-97.

6. **Разумников С.В.** Система поддержки принятия решений на внедрение облачного ИТ-сервиса на предприятии [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13-16 Ноября 2013. -

Томск: ТПУ, 2013 - С. 107-109. - Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2013/C04/C04.pdf>.

7. **Разумников С.В.** Применение анализа иерархий при выборе инвестиционного ИТ-проекта // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 1-3 Июля 2013. - СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 - С. 8-10.

8. **Разумников С.В.** Использование метода линейного программирования для оценки эффективности применения облачных ИТ-сервисов // Приволжский научный вестник. - 2013 - №. 7(23). - С. 43-45.

9. **Разумников С.В.** Анализ существующих моделей оценки рисков для частных облачных сред // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых, Юрга, 23-25 Мая 2013. - Томск: ТПУ, 2013 - С. 361-365.

10. **Разумников С.В.** Оценка пригодности корпоративных приложений для миграции в облако // Современные техника и технологии: сборник трудов XX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т., Томск, 14-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 237-238.

11. **Разумников С.В.,** Захарова А.А., Кремнёва М.С. Экспертная оценка о возможности перехода корпоративных приложений в облачную среду // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: в 2 т., Юрга, 22-23 Мая 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 69-74.

12. **Разумников С.В.,** Лунегов В.Ю. Разработка математической модели и программного обеспечения для оценки эффективности перехода к облачным ИТ-сервисам [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 12-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 1 - С. 104-105. - Режим доступа: [http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C04/V1/C04\\_V1.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C04/V1/C04_V1.pdf).

13. **Разумников С.В.,** Лунегов В.Ю. Математическое моделирование оценки перехода к облачным ИТ-сервисам // Математика в естественнонаучных исследованиях: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 9-10 Октября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 207-213.

14. **Разумников С.В.** Разработка иерархии критериев для оценки эффективности от перехода корпоративных информационных систем к облачным ИТ-сервисам // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Юрга, 28-29 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 39-41.

15. **Разумников С.В.** Структура показателей эффективности и рисков при оценке облачных ИТ-сервисов // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, Юрга, 21-23 Мая 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 242-246.

16. **Razumnikov, S.V.,** Kremneva, M.S. Decision support system of transition IT-applications in the cloud environment // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 714718.

#### **Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:**

**Разумников С.В.** Расчёт стоимости и оценка пригодности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную среду / Разумников С.В., Лунегов В.Ю. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015662819, зарегистрированного в Федеральной службе по интеллектуальной собственности 3 декабря 2015 г.



Подписано к печати . .2016 г.  
Формат 60x84/16 Бумага ксероксная.  
Плоская печать. Усл. печ. л. . Уч-изд. л. .  
Тираж 100 экз. Заказ № .  
652050, г. Юрга, ул. Ленинградская, 24.