

На правах рукописи



Храмов Максим Юрьевич

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫМ СЕРВИСОМ**

Специальность: 08.00.13 – Математические и инструментальные
методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2019

Работа выполнена на кафедре управления информационными системами и программирования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова».

- Научный руководитель: **Уринцов Аркадий Ильич**
доктор экономических наук, профессор
- Официальные оппоненты: **Козырев Анатолий Николаевич**
доктор экономических наук, ФГБУН «Центральный экономико-математический институт РАН», отделение теоретической экономики и математических исследований, руководитель научного направления
- Емельянов Александр Анатольевич**
доктор экономических наук, профессор, Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, профессор кафедры менеджмента и информационных технологий в экономике
- Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Защита диссертации состоится 18 апреля 2019 г. в 15:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.196.15 на базе ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова» по адресу: 117997, Москва, Стремянный пер., 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном Центре имени академика Л. И. Абалкина ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на официальном сайте организации: <http://ords.rea.ru/>.

Автореферат разослан «___» _____ 2019 г.

И. о. ученого секретаря
диссертационного совета Д 212.196.15
доктор экономических наук, профессор



Мхитарян
Сергей Владимирович

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Формирование цифровой экономики Российской Федерации на всех ее уровнях предполагает устранение имеющихся препятствий и ограничений для развития бизнеса в новых отраслях и на высокотехнологичных рынках¹, в том числе и на интернет-зависимых рынках. По оценкам аналитиков Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) удельный вес цифрового сегмента в экономике России в 2018 году составил 5,1 % от ВВП. При этом значительную долю в данном сегменте составляют основные цифровые рынки, объем которых в 2018 году оценивается в 4,1 трлн рублей².

С развитием Интернета происходит трансформация существующих рыночных бизнес-моделей и увеличение количества отечественных предприятий, использующих цифровые технологии для развития новых видов сервисной деятельности, наиболее полно удовлетворяющих потребности интернет-пользователей, – цифровых сервисов (далее – ЦС).

Понятия «цифровой сервис», «интернет-сервис», наряду с такими понятиями, как «интернет-компания» и «цифровое предприятие», отечественные и зарубежные исследователи нередко используют в качестве синонимов для обозначения организаций, оказывающих цифровые услуги потребителям (пользователям). Согласно определению, данному в современном экономическом словаре³, цифровой продукт (услуга) представляет собой информацию, подготовленную в соответствии с потребностями пользователя и представленную в форме товара.

Исходя из этого под предприятием цифрового сервиса (далее – ПЦС) следует понимать предприятие, оказывающее цифровые услуги потребителям и осуществляющее управление работой программных средств, обеспечивающих формирование и доставку информационных продуктов через сеть Интернет.

Характерной чертой для интернет-зависимых рынков является высокая неопределенность, нарастающая конкуренция, постепенное сокращение жизненного цикла товаров и услуг, обусловленные частой сменой технологий. Все это требует от руководства ПЦС своевременной и качественной управленческой реакции на перманентные изменения во внешней среде. Оценка эффективности такого

¹ См.: цели программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 г. № 1632-р).

² См.: Рунет подвел итоги года [Электронный ресурс] / Ассоциация электронных коммуникаций, 2019. – Режим доступа: <https://raec.ru/live/raec-news/10766/> (дата обращения 20.12.2018).

³ См.: Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 512 с. – (Библиотека словарей «ИНФРА-М»).

управления в условиях влияния на результаты деятельности ПЦС значительного числа неопределенных факторов с необходимостью должна основываться на использовании математического инструментария, адекватно описывающего динамику рассматриваемых процессов и позволяющего разработать научно обоснованные эффективные управляющие решения.

Вместе с тем в научной литературе вопросы разработки математического инструментария принятия и оценки эффективности управленческих решений для ПЦС практически не освещались, что и определяет актуальность темы диссертационной работы.

Степень разработанности проблемы. Вопросами управления ПЦС, в том числе с использованием математических методов, ранее в различной степени занимались многие российские и зарубежные ученые.

Основные научные подходы к управлению предприятиями цифровой экономики были заложены такими зарубежными исследователями, как Р. Уилсон, У. Хэнсон, Й. Ломоу. Методические положения по прогнозированию деятельности интернет-компаний и оценки эффективности управления предприятий ЦС отражены в работах Р. Вейбера, Дж. К. Ворда, М. Л. Метера, Т. П. Новака, А. Л. Острома, М. Р. Соломона, Дж. Хейгеля, Дж. Л. Хескета, Д. Л. Хоффмана, С. М. Шугана и других. В последнее время исследования в данной области проводились и отечественными авторами: А. О. Губановым, А. Н. Захаровой, Д. Б. Курасовой, М. А. Лужецким, Н. В. Никульниковым, О. В. Обуховым, А. Н. Поликарповым, М. В. Сорокиным, Д. В. Чистовым, А. В. Юрасовым.

Вопросы моделирования динамики процессов управления ПЦС, а также методы оценки влияния структурного состава ПЦС на получаемые результаты управления освещались в трудах таких авторов, как Р. Аднер, А. В. Борщев, Н. П. Бусленко, Е. Г. Гольштейн, Д. Канеман, Л. В. Канторович, В. А. Кардаш, Г. Б. Клейнер, В. В. Леонтьев, В. Е. Лихтенштейн, В. Г. Нейман, Д. Неш, Б. Ричмонд, Г. Саймон, П. Самуэльсон, А. Тверски, Л. Тесфатсон, Ф. Тэйбор, А. А. Филиппов, Дж. Форрестер, Д. Хикс, Р. Шеннон, Д. Б. Юдин и других.

Однако в этих работах не в полной мере были учтены особенности управления ПЦС. В частности, отдельно не оценивается, каким образом на результаты управления влияет свойство интерактивности ПЦС, т. е. наличие обратной связи, отражающей реакцию пользователей ПЦС на управляющее воздействие.

Кроме того, методы управления ПЦС не принимают во внимание специфические условия турбулентности рынка цифровых услуг, а также наличие неочевидных обратных связей уже в системе управления ПЦС.

Необходимость повышения качества управления ПЦС на основе использования моделей и методов оценки эффективности управления, учитывающих эти и некоторые другие особенности их работы, и предопределяет цели и задачи данного исследования.

Целью диссертационного исследования является разработка моделей принятия и оценки эффективности управленческих решений в ПЦС, адекватных условиям деятельности на быстро развивающемся рынке интернет-ресурсов.

Для достижения цели исследования были поставлены и решены следующие **задачи**.

1. Выявить концептуальные особенности и специфику управления ПЦС в условиях перманентно меняющейся внешней среды, реакции пользователей ПЦС на результаты управления и наличия обратных связей в системе управления.

2. Разработать систему показателей оценки эффективности управления.

3. Разработать модель принятия управленческих решений в ПЦС и оценки их эффективности с учетом закономерностей изменчивости состояния рынка интернет-ресурсов.

4. Разработать модель поведения пользователей ПЦС при получении цифровых услуг, позволяющую эмулировать реакцию пользователей ПЦС на управляющее воздействие.

5. Провести сегментацию пользователей по характеру потребления цифровых услуг и оценить особенности реакции сегментов пользователей на управляющее воздействие.

6. Разработать комплексную методику оценки экономической эффективности управления ПЦС, позволяющую сравнивать результаты применения возможных вариантов управления по набору количественных характеристик, отражающих их прямые и косвенные последствия.

7. Разработать программный инструментарий, провести апробацию разработанных моделей на примерах конкретных ПЦС и обосновать рекомендации по их внедрению в систему управления ПЦС с учетом больших объемов данных поведенческой активности.

Объектом исследования являются предприятия цифровых сервисов, осуществляющие свою деятельность в Интернете.

Предметом исследования являются процессы управления предприятиями цифровых сервисов, модели и имитационные методы принятия решений и оценки эффективности управления ПЦС.

Теоретической и методологической основой исследования являются работы отечественных и зарубежных специалистов в области управления, принятия решений, имитационного моделирования динамических систем, агентного моделирования, генетических алгоритмов, интеллектуального анализа данных.

Информационную базу диссертационной работы составили статистические данные и результаты исследований, опубликованные независимыми консалтинговыми и рейтинговыми агентствами, статистическая информация, представленная в сети Интернет в открытом доступе, а также операционные и поведенческие данные цифровых сервисов группы компаний ПАО «РБК» и ООО «Технософт».

Область исследования. Работа выполнена в соответствии с п. 1.4. «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений» и п. 2.5. «Разработка концептуальных положений использования новых информационных и коммуникационных технологий с целью повышения эффективности управления в экономических системах» паспорта специальностей ВАК при Минобрнауки России (экономические науки) по специальности 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики».

Научная новизна заключается в разработке моделей и программного инструментария, обеспечивающих возможность оценки и повышения эффективности управления ПЦС на основе адекватного учета перманентно меняющихся условий рынка интернет-ресурсов и наличия обратных связей между управляющим воздействием и поведением пользователей.

Основные результаты исследования, полученные лично автором и выдвигаемые на защиту, состоят в следующем.

1. Систематизированы концептуальные особенности управления ПЦС (с. 16-20, 21, 24), связанные с частой изменчивостью рынка цифровых сервисов, наличием свойства интерактивности у ПЦС и существенным влиянием поведения пользователей на результаты управления. Обоснованы требования к моделям и

программному инструментарию принятия и оценки управленческих решений ПЦС, учитывающие большие объемы данных поведенческой активности и необходимость адаптации моделей к меняющимся параметрам рынка (с. 32, 40–47).

2. Разработана структура двухуровневой модели принятия и оценки эффективности решений по управлению ПЦС с учетом особенностей изменения условий их деятельности на рынке интернет-ресурсов и реакции пользователей на управленческие воздействия (с. 61–65). Реализована возможность обмена данными между уровнями модели, позволяющего учесть при разработке управленческих решений реакцию пользователей.

3. Разработана имитационная модель сравнения и оценки управленческих решений по критерию изменения ключевых показателей эффективности ПЦС с учетом особенностей вариации таких параметров, как тип монетизации, стоимость доступа, бюджет рекламной компании и коэффициенты конверсии воронки продаж (с. 66–72).

4. Разработана агентная модель поведения пользователей ПЦС, которая имитирует вероятностное поведение потребителей ЦС в пространстве их возможных действий как адаптивных агентов (с. 75–77), принимающих решения на основе обучения с использованием муравьиного алгоритма (с учетом параметров их внутреннего состояния) (с. 103–106).

5. Проведена статистическая сегментация пользовательской базы с применением нейронной сети Кохонена на основе определенных характеристик (пол, возраст, регион, доход, уровень образования) и типа потребления услуги (способ использования услуги, способы общения, цели использования сервиса), в результате выявлены особенности реакции пользовательских сегментов на управляющее воздействие (с. 85–98).

6. Предложена методика оценки экономической эффективности управления ПЦС с применением двух интегральных показателей, учитывающих прямые и косвенные последствия управления. Разработана методика расчета интегральных показателей эффективности управления ПЦС на основе финансовых данных и параметров соответствия долгосрочным целям компании (с. 118–126).

7. Разработан и внедрен программный инструментарий оценки эффективности управления ЦС. В качестве средства хранения и обработки данных использована реляционная СУБД MySQL и язык программирования PHP, соответствующие требованию работы с большими объемами данных о поведении пользователей. Двухуровневая модель реализована в среде имитационного моделирования Anylogic

(The AnyLogic Company), позволяющей интегрировать две выбранные технологии моделирования (системную динамику и агентное моделирование). Аналитический модуль реализован на платформе Deductor (BaseGroup Labs). Предложены рекомендации по внедрению инструментария (с. 130–137), а именно способы создания расчетного сценария и построения серверной архитектуры, учитывающие необходимость работы с большими данными и калибровку моделей на основе фактических данных от изменчивой среды.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии подходов и методов оценки эффективности управления ПЦС с учетом особенностей поведения обучающихся пользователей, воздействующих на результаты управления ПЦС, перманентно меняющейся внешней среды, а также обратных связей в системе управления ПЦС.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования его результатов, в частности разработанных моделей, для оценки вариантов реализации сценариев управления ПЦС в практической деятельности компаний – владельцев ПЦС. Внедрение разработанного программного инструментария позволяет увеличить капитализацию предприятий цифровой экономики, а также их конкурентоспособность на рынке за счет повышения точности и обоснованности управленческих решений.

Апробация результатов исследования. Полученные в ходе диссертационного исследования теоретические и практические результаты обсуждались на Международной научно-практической конференции «Евразийское пространство: приоритеты социально-экономического развития» (Москва, апрель 2013 г.), на V научно-практической конференции «Интеллектуальные системы в информационном противоборстве в бизнесе» (Москва, декабрь 2014 г.), на I Всероссийской очно-заочной конференции «Внутренняя оценка качества образования» (Москва, декабрь 2014 г.), на конференции Affiliate Summit (Нью-Йорк, август 2017 г.), на Российской научной конференции «Интеллектуальные системы в информационном противоборстве» (Москва, декабрь 2017 г.), на конференции Idate Conference (Маями, январь 2018 г.), на конференции Moscow Affiliate Conference (Москва, март 2018 г.)

Отдельные авторские разработки нашли применение в деятельности ПАО «РБК», ООО «Техносфт», ООО «Медиа Мир», ЗАО «НИИВК». Некоторые положения диссертации используются в учебном процессе на кафедре управления информационными системами и программирования ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В.

Плеханова» при обучении по дисциплинам «Менеджмент сайта. Метрическая аналитика», «Моделирование и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений в организационно-технических и экономических информационных системах», «Системы формирования и исполнения решений», «Управление интернет-проектом».

Диссертационная работа выполнена по гранту Президента РФ № НШ-5449.2018.6 «Исследование цифровой трансформации экономики».

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликованы 15 научных работ общим объемом 8,1 п. л., в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России (4,8 п. л.).

Структура и объем диссертации обусловлены целью и задачами исследования, отражают ее логику и состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 186 страниц и включает 9 таблиц, 50 рисунков, 23 формулы и 6 приложений на 27 страницах. Список литературы состоит из 177 источников.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Систематизированы концептуальные особенности управления ПЦС, связанные с частой изменчивостью рынка цифровых сервисов, наличием свойства интерактивности у ПЦС и существенным влиянием поведения пользователей на результаты управления. Обоснованы требования к моделям и программному инструментарию принятия и оценки управленческих решений ПЦС, учитывающие большие объемы данных поведенческой активности и необходимость адаптации моделей к меняющимся параметрам рынка.

На основе результатов обобщения и анализа существующих в отечественной и зарубежной литературе подходов к интернет-маркетингу и менеджменту интернет-компаний даны определения цифровой услуги, предприятия цифрового сервиса (ПЦС) и цифрового сервиса (ЦС), включающее описание состава и структуры ЦС, множества взаимосвязей системы ЦС и пользователей. Функциональная схема системы ЦС представлена на рисунке 1.

Данная структура ЦС характеризуется наличием двухсторонней связи между пользователями и ЦС, т.е. наличием свойства интерактивности. Обосновано, что наличие этой обратной связи делает необходимым учет реакции потребителей на

управляющее воздействие при принятии управленческих решений и оценки эффективности управления ПЦС.

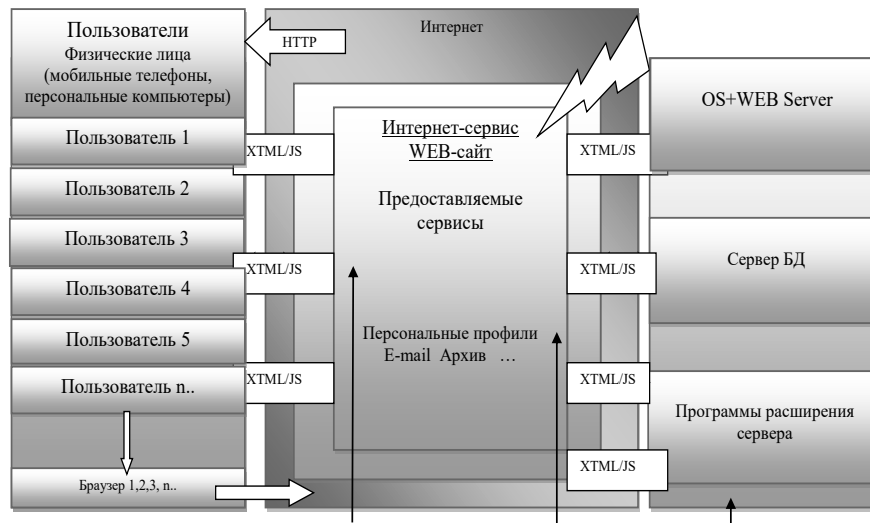


Рисунок 1 – Обобщенная структура взаимосвязей элементов в системе ЦС

В работе показано, что цифровые продукты (услуги) часто возникают в результате информационного обмена между пользователями, что делает эти продукты неочевидными и слабо формализуемыми. Возникает сложность прогнозирования спроса и оценки потенциальных объемов продаж на интернет-рынке. Компании вынуждены постоянно подстраиваться под перманентно меняющиеся условия. Возникает высокая турбулентность рынка, которая является существенной особенностью, и ее необходимо учитывать при управлении ПЦС. Процессы управления приобретают слабо формализованный характер, отсутствует возможность построения аналитических моделей и долгосрочных прогнозов, общая неопределенность создает новые неочевидные обратные связи в системе управления. У менеджмента ПЦС возникают определенные трудности в принятии обоснованных управленческих решений. Для их уменьшения требуется использование новых адекватных условиям моделей и методов оценки эффективности управления ПЦС.

С учетом выявленных особенностей управления ПЦС, для моделирования оценки эффективности управления ПЦС целесообразно использовать концепцию динамических показателей эффективности, совмещающую в себе методы системной динамики, а также инструментарий агентного моделирования. Данные методы в сочетании с аппаратом имитационного моделирования позволяют эффективно решить задачу формализации сложных причинно-следственных отношений и обратных связей при управлении ПЦС.

2. Разработана структура двухуровневой модели принятия и оценки эффективности решений по управлению ПЦС с учетом особенностей

изменения условий их деятельности на рынке интернет-ресурсов и реакции пользователей на управленческие воздействия. Реализована возможность обмена данными между уровнями модели, позволяющего учесть при разработке управленческих решений эффект обратной связи от реакции пользователей.

Разработанная структура двухуровневой модели принятия и оценки эффективности решений по управлению ПЦС состоит из нескольких взаимосвязанных элементов: первый уровень включает рыночное окружение, т. е. сервисы конкурентов и всех потенциальных пользователей ПЦС; на втором уровне представлена модель работы управляемого ЦС в виде набора правил внутренней логики функционирования ЦС, пользователей ЦС и последовательностей их действий для получения цифровых услуг. Структура модели принятия и оценки эффективности ПЦС отражена на рисунке 2.

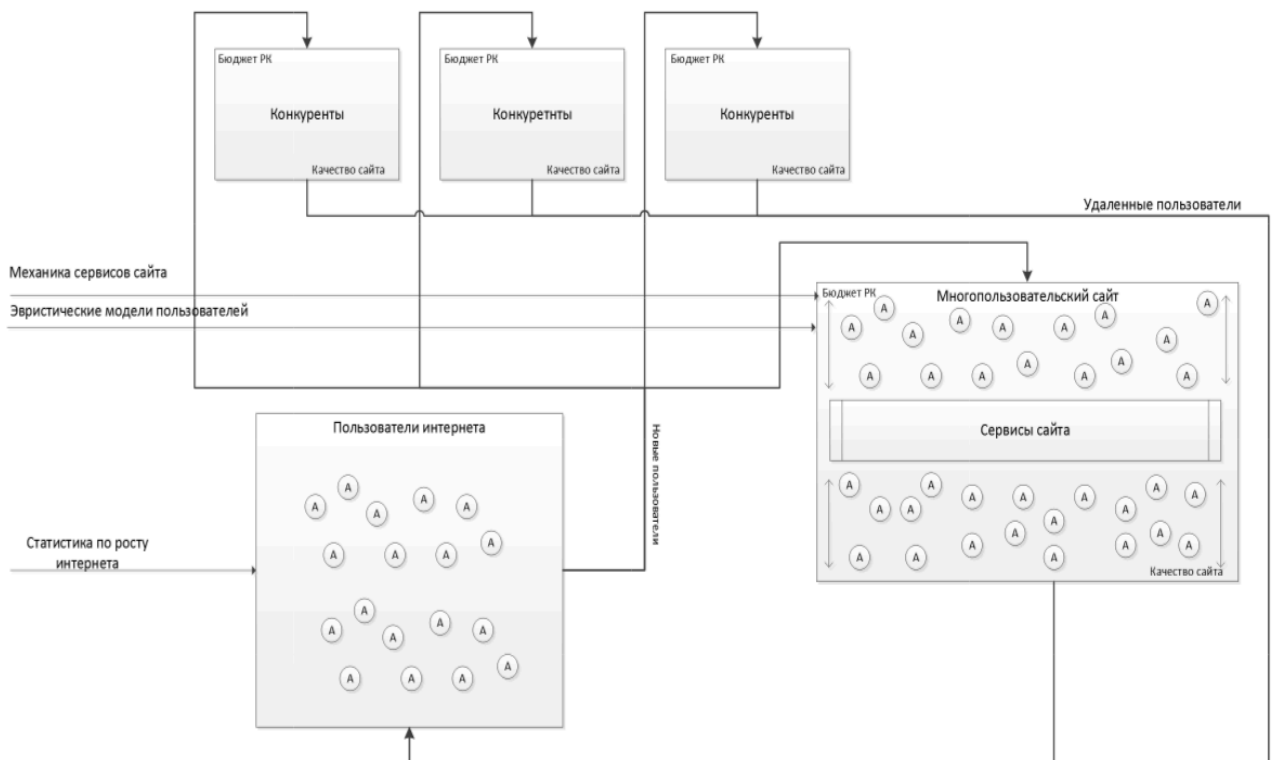


Рисунок 2 – Структура модели принятия и оценки эффективности решений ПЦС

Для формализации процесса управления предложен способ аналитического задания набора возможных сценариев управления:

$$S_k\{\{\Delta M_k\}, \langle I_k \rangle\}, \Delta M_k = \{\Delta M_{1k}, \dots, \Delta M_{ik}\}, \Delta M_{ik} = M_{ik}(t) - M_{ik}(t_0), \quad (1)$$

где S_k – множество возможных сценариев управления, k ($k = 1, 2, \dots, n$) – порядковый номер сценария управления, n – количество сценариев управления, $\{\Delta M_k\}$ – множество целей сценария управления k , $\langle I_k \rangle$ – кортеж инициатив, направленных на

достижение целей сценария k , ΔM_{ik} – i -я цель, т. е. изменение значения i -го показателя эффективности для k -го сценария управления за период Δt , i ($i = 1, 2 \dots c$) – порядковый номер цели, где c – количество целей, t_0 – дата начала моделирования, t – дата окончания моделирования, $\Delta t = t - t_0$ – количество дней периода моделирования.

Выполнение каждого из сценариев управления предполагает реализацию набора инициатив – действий, направленных на достижение поставленных целей. С этой целью используется формула:

$$I_k = \langle I_{1k}, \dots, I_{jk} \rangle, \quad (2)$$

где I_{jk} – j -я инициатива для достижения k -го сценария управления; j ($j = 1, 2 \dots c$) – порядковый номер цели, где c – количество целей.

Для учета реакции пользователей на управленческое воздействие они представлены в работе в виде агентов, характеризующихся вектором внутреннего состояния:

$$AM_i = \{p_{i1}, \dots, p_{ij}\}, \quad (3)$$

где AM_i – множество параметров внутреннего состояния агента i , i ($i = 1, 2 \dots n$) – порядковый номер агента, где n – количество агентов сервиса, p_{ij} – j -ый параметр состояния агента i , j ($j = 1, 2 \dots b$) – порядковый номер параметра, где b – количество параметров.

В работе была определена возможность агентов изменять собственное внутреннее состояние, а также состояние друг друга через процесс взаимодействия, организованный согласно логике, заложенной в ЦС.

По запросу агента AM_i ЦС представляет ему множество доступных для взаимодействия действий $L = \{l_1, \dots, l_k\}$, где k ($k=1, 2 \dots n$) – порядковый номер действия, где n – количество доступных действий.

Для выбора действия k агент AM_i отправляет сервису запрос на выполнение $\{AM_i; k\}$. В результате выполнения агентом AM_i действия l_k агент может изменить свое состояние, а также отправить ряд сообщений другим агентам, состояние которых в результате получения этих сообщений также изменится. Схема взаимодействия пользователей представлена на рисунке 3.

Таким образом, в работе осуществлена формализация процессов управления и разработана структура двухуровневой модели принятия и оценки эффективности управления ПЦС, учитывающая выявленные концептуальные особенности управления ПЦС.

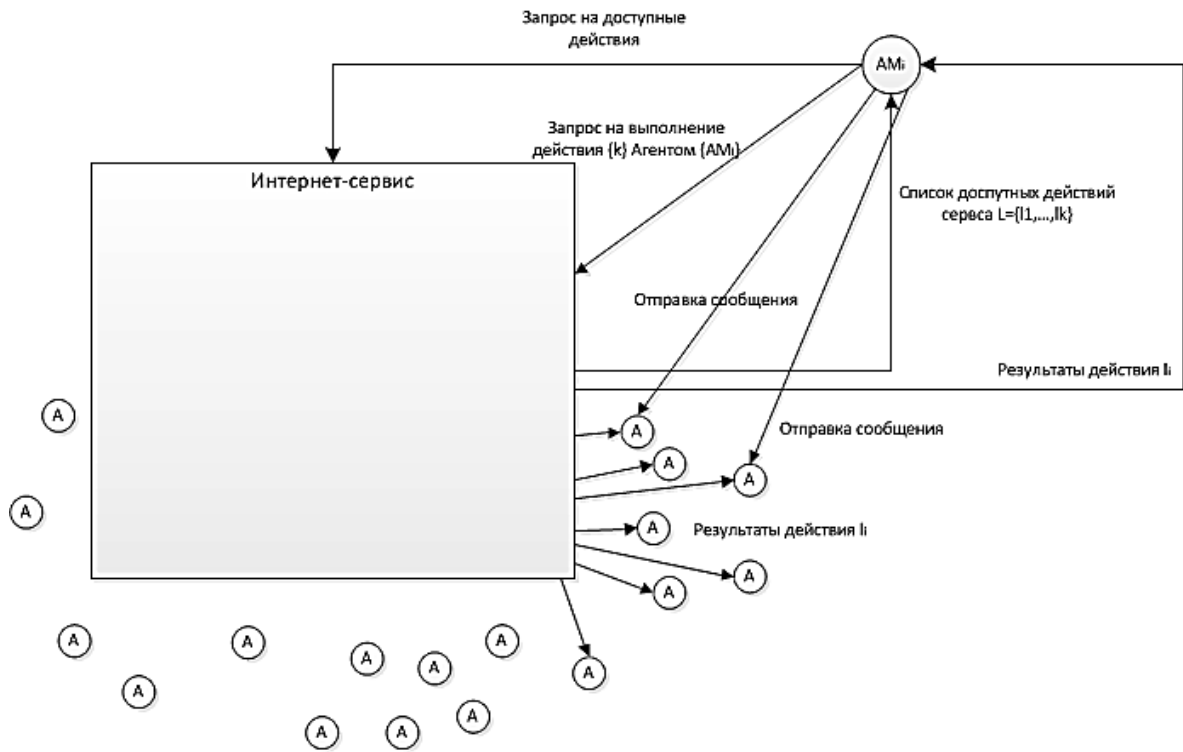


Рисунок 3 – Схема взаимодействия пользователей ЦС

3. Разработана имитационная модель сравнения и оценки управленческих решений по критерию изменения ключевых показателей эффективности ПЦС с учетом особенностей вариации таких параметров, как тип монетизации, стоимость доступа, бюджет рекламной компании и коэффициенты конверсии воронки продаж.

В исследовании предложен набор ключевых показателей, измеряющих эффективность управления ПЦС в разрезе финансов, клиентов, бизнес-процессов, инноваций и развития. Реализована карта показателей управления, представляющая собой диаграмму, отражающую взаимосвязь показателей и динамический характер их изменения. Выявлены управляемые параметры показатели эффективности, т. е. параметры, значение которых необходимо задавать для соответствия различным сценариям управления. Установлены зависимые показатели эффективности, т. е. показатели, являющиеся критериями эффективности управленческих решений.

В разработанной имитационной модели для эмуляции изменения ключевых показателей ПЦС решена задача моделирования численности пользователей ЦС во времени. В общем виде соотношение, описывающее изменения численности агентов моделируемого сервиса, имеет следующий вид:

$$u(t) = R(t) - D(t), \quad (4)$$

где $u(t)$ – численность активных пользователей сервиса в момент времени t ,

$R(t)$ – суммарная численность зарегистрировавшихся пользователей в момент времени t , $D(t)$ – суммарная численность удалившихся пользователей в момент t .

Моделирование динамики изменений новой аудитории ЦС произведено с использованием модели распространения инноваций, предложенной Фрэнком Бассом (F. M. Bass). Аналитически модель Басса можно описать в виде дифференциального уравнения:

$$\frac{dR(t)}{dt} = [N - R(t)] \cdot r + [N - R(t)] \cdot \frac{R(t) \cdot k \cdot q}{N}, \quad (5)$$

где N – максимально возможное количество пользователей ЦС (в частном случае – аудитория Рунета), $R(t)$ – суммарная численность зарегистрировавшихся пользователей к моменту времени t , r – эффективность рекламы в Интернете (доля потенциальной аудитории, которая становится интернет-пользователями за единицу времени под воздействием рекламы), k – среднее количество лиц, с которыми вступает в контакт каждый из действующих интернет-пользователей за единицу времени, q – доля потенциальных интернет-пользователей, которые станут таковыми в результате этого контакта.

Произведение $R(t) \cdot k$ есть общее количество контактов, осуществляемых всеми пользователями в единицу времени в момент t . Количество потенциальных пользователей ЦС, которые контактируют с действующими пользователями, выражается формулой:

$$\frac{[N - R(t)]}{N} \cdot R(t) \cdot k, \quad (6)$$

Количество потенциальных пользователей, которые могут зарегистрироваться в ЦС, выражается формулой:

$$\frac{[N - R(t)]}{N} \cdot R(t) \cdot k \cdot q, \quad (7)$$

Суммарная численность зарегистрировавшихся пользователей в течение времени от 0 до t определяется по формуле:

$$R(t) = r \cdot \int_0^t [N - R(t)] dt + \frac{k \cdot q}{N} \cdot \int_0^t \{[N - R(t)] \cdot R(t)\} dt, \quad (8)$$

Также в виде потоковой диаграммы можно изобразить модель изменения основных ключевых показателей эффективности сервиса: DAU (число уникальных пользователей, которые пользуются ПЦС хотя бы раз в сутки), MAU (число уникальных пользователей, которые используют сервис хотя бы раз в месяц),

ключевые метрики *life_time* (количество дней использования сервиса клиентом) и *days_auth_per_lifetime*, *konv* (коэффициенты конверсии воронки продаж) (рисунок 4).

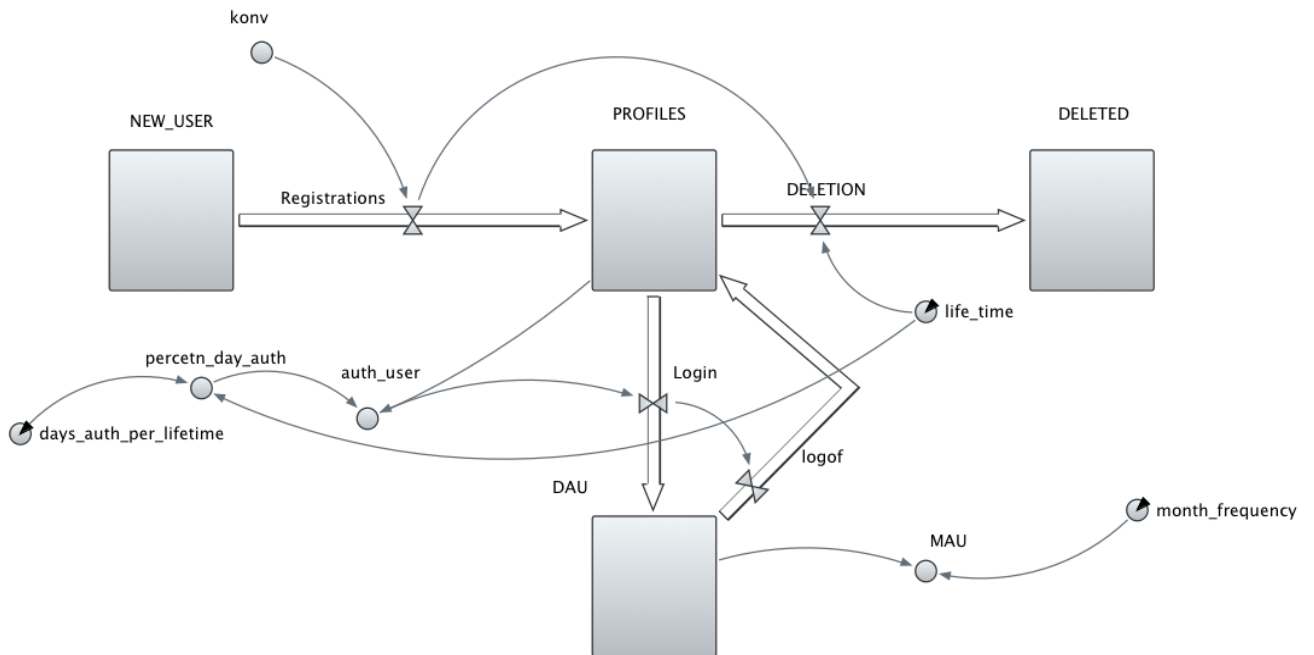


Рисунок 4 – Поточковая диаграмма изменения основных показателей эффективности

4. Разработана агентная модель поведения пользователей ПЦС, которая имитирует вероятностное поведение потребителей ЦС в пространстве их возможных действий как адаптивных агентов, принимающих решения на основе обучения с использованием муравьиного алгоритма (с учетом параметров их внутреннего состояния).

Для имитации реакции пользователей ПЦС на осуществляемые управляющие воздействия была разработана модель поведения пользователей как адаптивных обучающихся агентов с вероятностной моделью действий.

Поведение пользователей ПЦС, т. е. совершаемые ими последовательности возможных действий и реакций на действия других пользователей, а также реализацию стратегических инициатив, можно задать множеством базисных действий *L*, наиболее характерных для типичного ЦС:

- *auth* (авторизация);
- *action* (функциональные события проекта);
- *action_comm* (функциональное событие с коммуникацией);
- *action_pay* (оплата);
- *delite* (удаление пользователя).

Действия коммуникации пользователя (*action_comm*), подразделены на два вида: отправка сообщения случайному пользователю (*send*) и получение сообщения (*recieve*).

Выбор совершаемого пользователем действия носит вероятностный характер и зависит от внутреннего состояния пользователя $AM_i(t)$ в момент времени t и внутренней логики ЦС, которая определяет вероятностную характеристику (D_k) видимости действия I_k . Каждое действие пользователя I_k сопровождается затратами энергии на выполнение действия (E_k) и результатом, задающим значение его эффективности (τ_k).

Если предположить, что в каждый момент времени t пользователь ЦС находится в состоянии выбора следующего действия, либо в состоянии изменения внутренних параметров после совершения действия, то общее множество действий и реакций L пользователя AM_i можно представить как диаграмму состояний.

Модель поведения пользователей зависит от параметров его внутреннего состояния. В процессе выполнения пользователем действий происходит изменение его внутренних параметров, существует вероятность перехода пользователя в другое состояние и смены модели поведения. Графически процесс перехода состояний изображен в виде диаграммы состояний (рисунок 5).

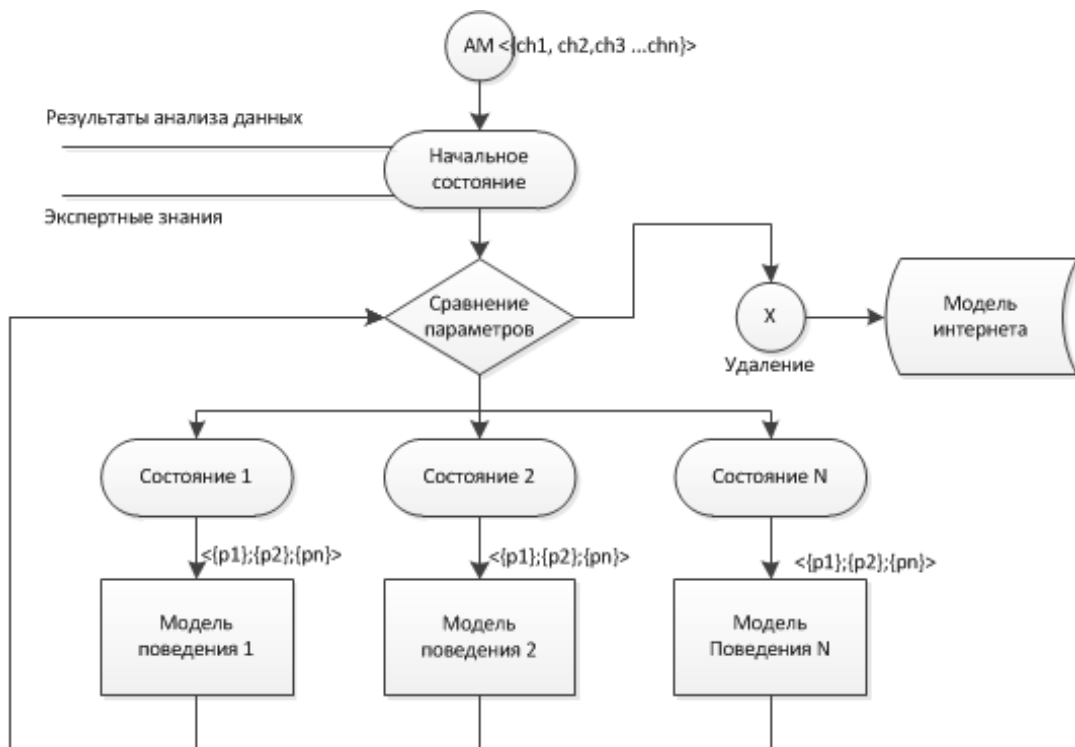


Рисунок 5 –Диаграмма состояний пользователя

Для отображения процессов обучения на прошлом опыте предлагается использовать муравьиный алгоритм, представляющий собой вероятностную жадную эвристику, где вероятности устанавливаются исходя из информации о качестве

решения, полученной на основе предыдущих решений пользователя. С учетом следующих особенностей поведения пользователей на основе муравьиных алгоритмов мы можем описать локальные правила при выборе пользователем действий на веб-сайте ЦС: 1) пользователи имеют собственную «память», которая хранит информацию по параметрам каждого возможного действия в момент времени t ; 2) пользователи обладают «рациональностью», они могут запоминать результаты действий и извлеченной выгоды в результате выполнения действия; 3) накопленное значение эффективности выполнения действия l_k пользователем AM_i в момент времени t обозначим через $\tau_{ki}(t)$. 4) пользователи обладают «зрением», т.е. эвристическим желанием $D_k(t)$ выполнить одно из доступных пользователю AM_i действий L в момент времени t ; 5) пользователь AM_i затрачивает некоторое количество энергии на выполнение каждого из действий, значение издержек энергии $E_{ki}(t)$ для действия l_k зависит от периода жизни пользователя и его принадлежности к одному из сегментов.

Вероятностно-пропорциональное правило, определяющее вероятность $p_{ki}(t)$ выполнения пользователем AM_i действия l_k в момент времени t можно представить формулой:

$$p_{ki}(t) = \frac{[\tau_{ki}(t)]^\alpha \cdot \left[\frac{D_k}{E_{ki}(t)} \right]^\beta}{\sum_{j=1}^n [\tau_{ji}(t)]^\alpha \cdot \left[\frac{D_j}{E_{ji}(t)} \right]^\beta}, \quad (9)$$

где $E_{ki}(t)$ – количество энергии, которое затрачивает пользователь AM_i на выполнение действия l_k в момент времени t , D_k – вероятностная характеристика, зависящая от структуры сайта, которая определяет видимость действия l_k , $\tau_{ki}(t)$ – накопленное значение эффективности выполнения действия l_k агентом AM_i в момент времени t , k ($k=1,2,\dots,m$) и j ($j=1,2,\dots,m$) – порядковые номер действий, где m – количество доступных действий, $i = 1, \dots, n$ – порядковый номер агента, где n – количество агентов сервиса, t – количество пройденных циклов модельного времени, α, β – параметры, задающие веса значимости предыдущих действий.

При $\alpha = 0$ алгоритм вырождается до жадного алгоритма (будет выбрано действие с минимальными затратами и ближайшим расположением). При $\beta = 0$ выбор происходит только на основании накопленной эффективности выполнения действий, что приводит к субоптимальным решениям.

Выбор действия является вероятностным. Правило определяет ширину зоны действия l_k и общую зону всех действий L пользователя AM_i . Правило не изменяется

в ходе алгоритма, но у двух разных пользователей значения вероятности перехода будут отличаться, так как они имеют разные полученные на каждом шаге значения эффективности и на выполнение действий они тратят различное количество энергии.

Выполнив действие l_k , пользователь AM_i получает и запоминает информацию об эффективности действия, которая определяется формулой:

$$\Delta\tau_{ki}(t) = \frac{\Delta\text{action_comm}}{Q}, \quad (10)$$

где $\Delta\tau_{ki}(t)$ – эффективность выполнения действия l_k пользователем AM_i в момент времени t , $\Delta\text{action_comm}$ — сумма полученных сообщений от пользователей за n шагов периода моделирования, зависит от структуры сервиса и находится в интервале $[1..5]$, Q — эталонная эффективность, произведение эталонного количества коммуникационных действий, которая зависит от структуры сервиса и находится в интервале $[0..1]$.

Влияние результатов предыдущих действий на выбор пользователя определяется коэффициентом его забывания эффективности предыдущих действий и выражается формулой:

$$\tau_{ki}(t + 1) = m \cdot \tau_{ki}(t) + \Delta\tau_{ki}(t), \quad (11)$$

где $\tau_{ki}(t)$ – накопленное значение эффективности выполнения действия l_k пользователем AM_i к моменту времени t , $\Delta\tau_{ki}(t)$ – эффективность выполнения действия l_k пользователем AM_i в момент времени t , коэффициент забывания агентами предыдущих действий, находится в интервале $[0..1]$, t — количество пройденных циклов модельного времени.

5. Проведена статистическая сегментация пользовательской базы с применением нейронной сети Кохонена на основе определенных характеристик (пол, возраст, регион, доход, уровень образования) и типа потребления услуги (способ использования услуги, способы общения, цели использования сервиса), выявлены особенности реакции пользовательских сегментов на управляющее воздействие.

В работе показано, что значение характеристик выполнения пользователями действий E (затраты энергии действия) изменяется одинаковым образом для групп пользователей, обладающих схожими параметрами внутреннего состояния.

Для выявления особенностей поведения пользователей ПЦС проведена их сегментация по параметрам внутреннего состояния. При этом использовались данные по статическим и поведенческим показателям пользователей, зарегистрированных на ЦС – социальной сети для деловых знакомств **justlunch.ru**.

Выборка составила 219 560 человек. В качестве переменных статистической сегментации были выбраны 11 метрик (статус пользователя, доступность сообщений, источник регистрации, наличие фото, уровень образования, 5 типов целей использования, возраст). Для поведенческой сегментации по каждому клиенту строился профиль активности использования ЦС и платежной активности. Использовались два поведенческих фактора: время использования ЦС за неделю и платежи за неделю. Дополнительно для каждой анкеты вводился такой параметр, как номер недели максимального использования сайта. Таким образом, всего для сегментации использовались 27 параметров.

Для выделения сегментов применялись нейронные сети Кохонена, показавшие более явные результаты сегментации по сравнению с другими методами (EM-кластеризация, k-means, g-means). Каждый из методов рассматривался с различными комплектами входных метрик и различными параметрами алгоритмов. В результате сегментации были выявлено четыре кластера пользователей, обладающих схожим поведением (рисунок 6). Таким образом, значение изменения параметра E (расходование энергии действий) можно задать на основе полученных данных о распределении активности для каждого выявленного сегмента.

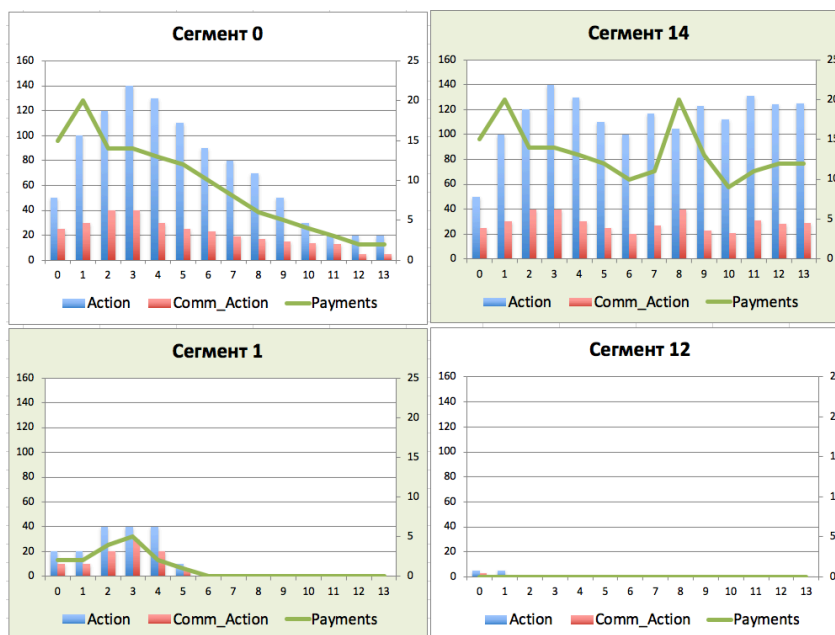


Рисунок 6 – Профили поведенческой сегментации

6. Предложена методика оценки экономической эффективности управления ПЦС с применением двух интегральных показателей, учитывающих прямые и косвенные последствия управления. Разработана методика расчета интегральных показателей эффективности управления ПЦС на основе финансовых данных и параметров соответствия долгосрочным целям компании.

В диссертации разработана методика оценки экономической эффективности управления ПЦС на основе соответствия результатов управления долгосрочным целям компании. Последствия управления можно аналитически задать как множество приростов ключевых показателей эффективности (КПЭ), то есть:

$$\Delta M_k = \{\Delta M_{1k}, \dots, \Delta M_{ik}\}, \Delta M_{ik} = M_{ik}(t) - M_{ik}(t_0), \quad (12)$$

где ΔM_{ik} – i -й прирост, т. е. изменение значения i -го показателя эффективности для k -го сценария управления за период Δt , i ($i = 1, 2 \dots c$) – порядковый номер КПЭ, где c – количество КПЭ, t_0 – дата начала моделирования, t – дата окончания моделирования, $\Delta t = t - t_0$ – количество дней периода моделирования. Аналогично можно задать и множество возможных сценариев управления в виде

$$S_k\{\{\Delta M_k\}, \langle I_k \rangle\}, \quad (13)$$

где k ($k = 1, 2 \dots n$) – порядковый номер сценария управления, n – количество сценариев управления, $\langle I_k \rangle$ – кортеж инициатив, направленных на достижение сценария k .

В разработанной карте управления определен набор ключевых показателей эффективности для разносторонней оценки результатов управления. Для учета прямых и косвенных результатов управления предложены два интегральных показателя, расчет которых необходимо производить на основе финансовых данных ПЦС (показатель добавленной экономической стоимости) и параметров соответствия долгосрочным целям предприятия (индекс результативности стратегии с точки зрения миссии).

Для определения весовой характеристики вклада каждого из КПЭ в достижение целей ПЦС использовался метод анализа иерархий (МАИ), или Analytics Hierarchy Process (АНР), разработанный Томасом Л. Саати. Для этого, согласно МАИ, проведено попарное сравнение КПЭ и результаты представлены в виде обратно симметричных матриц. Элементом матрицы $a(i, j) = b$ является степень значимости показателя i относительно показателя j , оцениваемая по степени значимости от 1 до 9.

Веса критериев b определяются экспертами и объясняются значимостью ключевого показателя с точки зрения достижения миссии проекта, стратегического направления его развития. Результат сравнения показателя i при сравнении с показателем j записывается как $a(i, j) = b$, элементу j при сравнении с элементом i прописывается обратное значение $a(j, i) = 1/b$.

Множество оценок парного сравнения показателей $\{M_1, \dots, M_i\}$ представлено матрицей:

$$\begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_i \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_i \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_i/w_1 & w_i/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Вес каждого показателя эффективности определяются оценкой соответствующего ему элемента собственного вектора матрицы, нормализованного к единице.

Задача необходимости сравнения большого числа показателей была решена за счет их сравнения по группам карты управления. Веса показателей перемножаются на соответствующие веса показателей их группы и суммируются по каждому элементу.

Вместе с матрицей парных сравнений определяется оценка отклонения от согласованности:

$$I_{\text{согл}} = \frac{L_{\text{max}} - i}{i - 1}, \quad (15)$$

где L_{max} – наибольшее собственное значение матрицы приоритетов.

Величина согласованности сравнивается с той, которая получилась бы при случайном выборе количественных весов из шкалы и образовании обратной симметричной матрицы. В результате деления $I_{\text{согл}}$ на число, соответствующее случайной согласованности матрицы того же порядка, получим отношение согласованности. Данная величина должна быть менее 10–20 %. В других случаях следует проверить правильность расстановки весовых коэффициентов.

Таким образом, каждый сценарий управления S_k будет представлен определенным приростом значений КПЭ, полученных в результате моделирования ΔM_{ik} , и весовыми коэффициентами каждого показателя.

Для оценки косвенного экономического эффекта управления используется формула

$$E_k = \sum_{p=1}^f W^p \cdot \sum_{i=1}^c W G_i^p \cdot \Delta M_{ik}, \quad (16)$$

где E_k – значение эффективности сценария управления k , k ($k = 1, 2, \dots, n$) – порядковый номер сценария управления, n – количество сценариев управления, W^p – весовой коэффициент важности p -ой группы показателей, p ($p = 1, 2, \dots, f$) – порядковый номер группы показателей, где f – количество групп, $W G_i^p$ – весовой коэффициент важности i -го показателя p -й группы, ΔM_{ik} – i -й прирост, т. е. целевое изменение значения i -го показателя эффективности для k -го сценария управления за период моделирования Δt , i ($i = 1, 2, \dots, c$) – порядковый номер показателя, где c – количество

показателей, t_0 – дата начала моделирования, t – дата окончания моделирования, $\Delta t = t - t_0$ – количество дней периода моделирования.

Для определения прямого экономического эффекта применяется показатель добавленной экономической стоимости (Economic Value Added, EVA), вычисляемый по формуле:

$$EVA = \text{NOPAT} - K \cdot \text{CC}, \quad (17)$$

где NOPAT – прибыль от операционной деятельности компании (прибыль от основной деятельности) после налогообложения, но до процентных выплат по заемным средствам ($\text{NOPAT} = \text{EBIT} - \text{Taxes}$), K – капитал, вложенный в активы, которые служат для обеспечения оперативной деятельности компании, т. е. в активы, необходимые для осуществления сценария управления (сумма собственного капитала и долгосрочных обязательств), CC – средневзвешенная стоимость капитала.

7. Разработан и внедрен программный инструментарий оценки эффективности управления ЦС. Предложены рекомендации внедрения инструментария, учитывающие необходимость работы с большими объёмами данных.

При внедрении моделей оценки эффективности управления ПЦС возникает ряд сложностей, к которым в том числе относятся большие объемы данных (Big Data). Данный аспект был учтен при проектировании архитектуры инструментального средства, которая автоматизирует использование разработанной имитационной модели в процессах управления ПЦС с большим объемом данных поведенческой активности.

В основу рекомендаций положено обобщение практики внедрения автором разработанного программного инструментария и моделей при автоматизации процессов управления ПЦС: ПАО «РБК», ООО «Технософт», ЗАО «НИИВК», ООО «Медиа Мир».

Программный инструментарий оценки эффективности управления ПЦС состоит из следующих модулей:

- 1) аналитический модуль расчета сегментации;
- 2) модуль моделирования результативности стратегий;
- 3) модуль мониторинга и калибровки показателей.

Для реализации аналитического модуля в задаче разработки информационной системы оценки эффективности управления ЦС выбрана платформа для создания законченных аналитических решений Deductor (BaseGroup Labs), содержащая в себе

необходимые инструменты сегментации («Карты Кохонена»), а также выделенную только для аналитических целей базу данных.

В качестве технологического средства для аналитической базы использована свободная реляционная система управления базами данных MySQL. В исследовании представлены требования, предъявляемые к базе данных, и процедуры, используемые для поведенческой сегментации пользователей с помощью параллельных вычислений.

Для реализации модуля моделирования результативности стратегий использовано программное обеспечение для имитационного моделирования Anylogic (The AnyLogic Company), позволяющее интегрировать потенциал используемых технологий моделирования (системную динамику и агентное моделирование), а также импортировать параметры моделирования из базы данных и формировать отчеты по результатам моделирования.

Параметры функционирования модели интегрируются из аналитической системы ПЦС, а также корректируются и дополняются системным аналитиком. Сценарии управления программируются аналитиком.

Для каждого из сценариев управления рассчитываются показатели эффективности реализации E_k и EVA_k . Отчеты об эффективности сценариев управления формируются аналитиком и передаются экспертам.

Модуль мониторинга реализуется на основе SQL-запросов к базе данных на языках программирования PHP, Python и представляет собой набор подробных отчетов обо всех ключевых показателях эффективности управления.

Данные отчеты используются для мониторинга исполнения выбранной стратегии и выявления отклонений и причин их возникновения. В результате этого становится возможной оперативная реакция на внешние условия: калибровка модели, повторная оценка эффективности управления ЦС с учетом произошедших изменений и корректировка исполняемого сценария управления (рисунок 7).

Разработанная методика была апробирована в ПАО «РБК» и ООО «Техносффт» при оценке эффективности управления для ЦС Justlunch.ru. Набор возможных сценариев управления был разработан рабочей группой проекта внедрения и использовал следующие группы критериев: модель монетизации, стоимость доступа к сервисам, модель привлечения пользователей.

На основании результатов моделирования были выбраны наиболее результативные сценарии управления для ЦС Justlunch.ru.

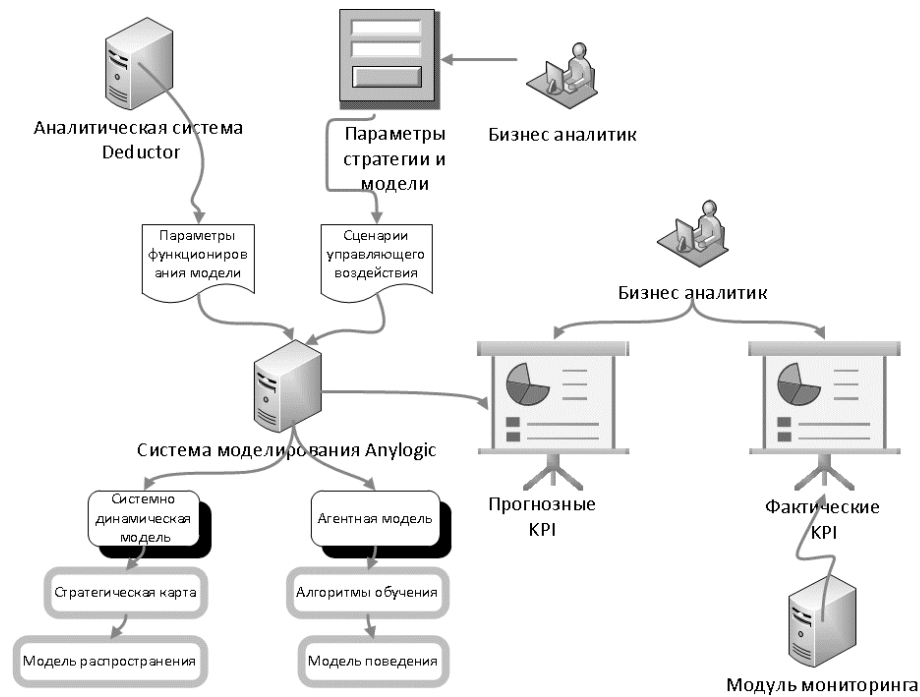


Рисунок 7 – Организационно-технологическая схема модуля моделирования

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении диссертации отражены основные результаты проведенного исследования, в том числе разработанные автором модель принятия и оценки эффективности решений по управлению ПЦС, имитационная модель и методика оценки эффективности управления ПЦС, модель поведения пользователей ПЦС, а также рекомендации по внедрению разработанных моделей в процессы управления ПЦС с использованием созданного программного инструментария, апробированного в деятельности нескольких реальных ПЦС. На основании полученных результатов сформулирован вывод о возможности успешного практического применения предлагаемых моделей и программного инструментария для оценки и повышения эффективности управления любым ПЦС.

IV. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях:

1. Храмов, М. Ю. Моделирование интернет-сервисов с большими объемами данных поведенческой активности (= Modelling Internet Service with Big Data Activity) / М. Ю. Храмов // Вопросы радиоэлектроники: научно-технический сборник: Электронная вычислительная техника (ЭВТ): Вып. 2 / ЦНИИ Электроника. – М.: ЦНИИ «Электроника», 2015. – С. 143–153. – 0,6 п. л.

2. Храмов, М. Ю. Особенности стратегического управления интерактивными интернет-сервисами / М. Ю. Храмов // РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – 2015. – № 2. – С. 213–217. – 0,6 п. л.

3. Храмов, М. Ю. Разработка модели поведения пользователей интерактивного интернет-сервиса / М. Ю. Храмов // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6. – Ч. 1. – С. 993–996. – 0,5 п. л.

4. Храмов, М. Ю. Разработка модели прогнозирования результативности стратегий интернет сервиса / М. Ю. Храмов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2015. – № 2. – С. 209–212. – 0,4 п. л.

5. Храмов, М. Ю. Стратегическое направление и экономическая эффективность применения имитационных моделей интерактивных интернет-сервисов / М. Ю. Храмов // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6. – Ч. 2. – С. 968–973. – 0,8 п. л.

6. Храмов, М. Ю. Интерактивные интернет-сервисы: понятие и основные характеристики / М. Ю. Храмов // КАНТ. – 2016. – № 3 (20). – С. 129–132. – 0,3 п. л.

7. Храмов, М. Ю. Теоретические и организационные проблемы управления интерактивными интернет-сервисами / М. Ю. Храмов // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2016. – № 7. – Ч. 2. – С. 173–176. – 0,3 п. л.

8. Храмов, М. Ю. Состояние и ключевые тенденции развития мирового рынка онлайн знакомств / М. Ю. Храмов // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 12. – Ч. 1. – С. 693–702. – 1,3 п. л.

Статьи в других научных изданиях:

9. Храмов, М. Ю. Применение агентного моделирования при стратегическом управлении многопользовательскими интернет-сервисами / М. Ю. Храмов // Евразийское пространство: приоритеты социально-экономического развития: материалы II Международной научно-практической конференции (12 апреля 2012 г., г. Москва) / М-во образования и науки РФ, Авт. некоммерческая орг. высш. проф. образования «Евразийский открытый ин-т»; под ред. В. П. Тихомирова. – М.: ЕАОИ, 2012. – 683 с.: ил., табл. – С. 139–144. – 0,3 п. л.

10. Храмов, М. Ю. Моделирование поведения пользователей интерактивного интернет-сервиса / М. Ю. Храмов // Вестник ИТАРК. – 2013. – № 2. – С. 53–63. – 0,9 п. л.

11. Храмов, М. Ю. Использование модели прогнозирования пользовательской активности для повышения безопасности интернет-сервисов / М. Ю. Храмов //

Интеллектуальные системы в информационном противоборстве в бизнесе: V Научно-практическая конференция, 4–5 декабря 2014 г. : сборник научных трудов / Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Московский гос. ун-т экономики, статистики и информатики (МЭСИ)», Ин-т компьютерных технологий. – М.: Издательство МЭСИ, 2014. – 227 с.: ил., табл. – С. 223–226. – 0,2 п. л.

12. Храмов, М. Ю. Применение методов имитационного моделирования при прогнозировании результативности стратегий управления интерактивным интернет-сервисом / М. Ю. Храмов // Вестник ИТАРК. – 2014. – № 2. – С. 8–19. – 0,9 п. л.

13. Храмов, М. Ю. Использование модели прогнозирования результативности стратегий в процессах обучения управления интернет-проектами / Храмов М. Ю. // Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению «Прикладная информатика» для инновационной экономики: X Научно-практическая конференция, 2–3 декабря 2014 г. : сборник научных трудов / М-во образования и науки РФ, Московский гос. ун-т экономики, статистики и информатики (МЭСИ), Учебно-методическое об-ние по образованию в обл. «Прикладной информатики», Ин-т компьютерных технологий. – М.: Издательство МЭСИ, 2015. – 389 с.: ил., табл. – С. 115–119. – 0,3 п. л.

14. Храмов, М. Ю. О факторах, влияющих на успешность интернет-сервисов / Храмов М. Ю. // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития: сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции, г. Новосибирск, 5 сентября, 26 сентября 2016 г. / Центр развития научного сотрудничества ; под общ. ред. С. С. Чернова. – Новосибирск: ЦРНС, 2016. – 157 с.: ил., табл. – С. 49–55. – 0,4 п. л.

15. Храмов, М. Ю. Подходы обеспечения экономической безопасности предприятий в условиях цифровой экономики / Храмов М. Ю. // Интеллектуальные системы в информационном противоборстве: сборник научных трудов Российской научной конференции, 15–17 декабря 2017 г. / ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». – М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. – С. 405–410. – 0,3 п. л.