##### На правах рукописи

Клёнов Евгений Александрович

Разработка математического и программного обеспечения системы поддержки принятия решений

на основе моделирования системы глобальной конкуренции в аэрокосмической отрасли

Специальность 05.13.01

Системный анализ, управление и обработка информации

(авиационная и ракетно-космическая техника)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени   
 кандидата технических наук

Москва, 2016

Работа выполнена на кафедре вычислительной математики и программирования Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

|  |  |
| --- | --- |
| **Научный руководитель:** | кандидат технических наук, доцент  **Скородумов Станислав Владимирович** |
| **Официальные оппоненты:** | -  - |
|  | -  - |
| **Ведущая организация:** | - |

Защита состоится XХ ХХХX 2016 года в XХ часов на заседании диссертационного совета XХХХХ Московского авиационного института по адресу: 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МАИ или на сайте МАИ по ссылке: http://.

Автореферат разослан «\_\_\_» 2016 г.

Отзывы просим отправлять в 2-х экземплярах, заверенных гербовой печатью, по адресу: 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, Учёный совет МАИ.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ученый секретарь**  Диссертационного совета, кандидат | ФИО |

Общая характеристика работы

**Объектом исследования** диссертационной работы является система конкуренции между производителями высокотехнологичной продукции аэрокосмической отрасли.

**Актуальность работы.** Решение задач анализа систем конкуренции относится к современной теории принятия решений. Лицо, принимающее решение должно располагать достаточной информацией (об отрасли, основных конкурентах, возможных рисках и пр.) и временем на принятие взвешенного решения. Как правило, сбором и анализом информации занимаются аналитики и/или консультанты, методы, используемые ими, далеко не всегда систематизированы и актуальны, а принятие решения происходит в условиях нехватки времени, что сказывается на качестве результата.

Для решения таких задач в условиях отсутствия достаточной информации о системе или проблемной ситуации применяются методы теории систем и системного анализа, позволяющие сформировать математическую модель или применить один из подходов, сочетающий качественные и количественные методы. К таким методам можно отнести методы, основанные на выявлении и обобщении мнений опытных специалистов-экспертов (мозговой штурм, сценарии, экспертные оценки, SWOT-анализ, морфологический подход, деловые игры и др.), методы формализованного представления систем управления (аналитические, статистические, теоретико-множественные, логические, лингвистические, графические, имитационного динамического моделирования и др.) и комплексированные методы (комбинаторика, ситуационное моделирование, топология, графосемиотическое моделирование и др.).

Данные методы предложены и рассматриваются в работах А. Осборна, К. Эндрюса, Ф. Котлера, Д. фон Неймана, Д. Конвея, Г.Г. Азгальдова, Э.П. Райхмана, В.П. Строгалева и др.

Первые идеи для понимания основных принципов конкуренции и конкурентной борьбы были сформулированы А.Смитом. В своей работе «Исследование о природе и причинах богатства народов» он заключил, что конкуренция выступает важнейшим механизмом обеспечения эффективности, пропорциональности и динамичности рыночной экономики.

Дальнейшее развитие теории конкуренции дал М. Портер, описав в своих работах методику для анализа отраслей и выработки стратегии бизнеса. Он определил конкуренцию в отрасли как взаимодействие пяти сил (модель анализа пяти сил Портера): основных игроков, продуктов-заменителей, новых игроков, поставщиков и потребителей. Согласно Портеру, модель пяти сил нужно использовать на микроэкономическом уровне, для определения места компании в отрасли в целом. Таким образом, при проведении конкурентного анализа изучаются пять фундаментальных конкурентных сил, которые определяют степень привлекательности отрасли.

Следующим этапом развития теории конкуренции дала концепция Д. Мура, которая постулировала особую важность сотрудничества как фактора успеха перед непримиримой конкуренцией. Аналогичные идеи прослеживаются и в работе А. Бранденбургера и Б. Нейлбаффа, которые описали со-конкуренцию субъектов экономики, то есть процесс взаимодействия субъектов, при котором одновременно наблюдаются как процессы конкуренции, так и сотрудничества. Следующим их шагом стало выделение новых участников рынка, дополняющих конкурентов – комплементоров. Комплементорами могут быть как непосредственные конкуренты, так и любые факторы, ведущие к увеличению рынка и приносящие пользу его участникам (напр., СМИ, блоги, социальные сети и пр.). Таким образом, модель Портера для современных рыночных систем оказалась неполной. Для актуализации модели в диссертационной работе предлагается ввести новую шестую силу комплементоров. Также, при анализе сил обнаружилось, что продукты-заменители, новые игроки, поставщики или потребили, в свою очередь, также образует вокруг себя собственную рыночную подсистему, в которой они являются основными игроками, что позволяет нам постулировать самоподобие и иерархичность рыночных подсистем, приводящих классическую модель пяти сил к предфрактальной модели глобальной конкуренции.

Теория конкуренции подробно рассматривается в работах А. Смита, М. Портера, О. Курно, Д. Бертрана, Г. Штакельберга, Д. Нэша, Г. Хэмела, К. Прахалад, М. Трейси, Ф. Вирсимы, Д. Мура, А. Бранденбургера, Б. Нейлбаффа, Й. Шумпетера, Н.Д. Кондратьева, Д.С. Львова, С.Ю. Глазьева, В.В. Круглова, Ю.Б. Рубина, Л.А. Данченок и др.

Другой проблемой анализа системы конкуренции с точки зрения компании производителя высокотехнологичной продукции становится учет периода жизненного цикла продукта, а также привлекательность создания нового инновационного продукта. Для многих современных продуктов (особенно, интернет-вещей) жизненный цикл длится весьма малый промежуток времени, так как регулярно обновляется их технологическая база. Например, цикл жизни носимых гаджетов колеблется от полугода до года, после этого они заменяются моделями нового поколения. Однако, для более сложных объектов, например, объектов авиационной техники жизненный цикл продолжительнее. Таким образом, при проектировании оптимальной стратегии и прогнозировании состояния отраслевого рынка важно анализировать конкурентоспособность продукта на всех этапах жизненного цикла, а именно: научно-техническом, технологическом и экономическом. Для решения этой задачи мы строим модель глобальной конкуренции на каждом этапе жизненного цикла. Преимущество такого построения в том, что можно уже на начальных этапах проектирования инновационного продукта определить его отличительные характеристики, конкурентные преимущества, занимаемую нишу и в целом понять насколько вообще целесообразно его производство. Подробнее жизненный цикл продукта рассматривается, например, в работах Ф. Котлера, Б.А. Райзберга, Л.Ш. Лозовского, Е.Б. Стародубцева, А.А. Романова, В.П. Басенко, Б.М. Жукова и др.

В основе модели глобальной конкуренции лежит поведение интеллектуальных агентов, а их взаимодействие описывает с помощью аппарата теории игр. Задаются общие параметры игры: определяются функции спроса S(Q,p) и предложения P на рынке, прибыль П основных участников рынка в зависимости от объемов производства Q и затрат G. Затем исследуются состояния равновесия модели при стремлении достижения игроками своих целей (например, максимум прибыли или минимум издержек) при учете действий других игроков. Поиск состояния равновесия в условиях олигополии выполняется по модели Курно.

Для инициации модели, а также в рамках процедуры принятия решений требуется располагать большим объемом релевантных данных. Сбор и накопление таких данных возможен благодаря использованию специальных сторонних сервисов и программных продуктов, например, системы конкурентной разведки Avalanche (А.И. Масалович), программы поиска, сбора и анализа информации SiteSputnik, базы данных продуктовых описаний, характеристик и отзывов Y.Market.

Таким образом, в условиях отсутствия достаточных ресурсов для принятия решений, актуальным будет создание специального программно-аппаратного комплекса на основе модели глобальной конкуренции, отражающей современное состояние отраслевых рынков и позволяющей анализировать их во всей полноте, состоящей из системы поддержки принятия решений и специального модуля автоматизированного сбора данных для обеспечения системы релевантными данными.

Из представленного обзора видно, что в настоящий момент существует множество подходов к решению задач анализа систем конкуренции с целью принятия решений, однако не существует модели, в полноте описывающей современное положение отраслевых рынков. В работе предлагается такая модель – модель глобальной конкуренции. Также не существует единого решения, автоматизирующего процесс поддержки принятия решений – специального инструментария, позволяющего проектировать оптимальную конкурентную стратегию, прогнозировать состояние отраслевых рынков и оценивать показатели конкурентоспособности высокотехнологичного продукта на всех этапах его жизненного цикла.

Наличие такого инструментария становится особенно важным в условиях постоянной нехватки информации и времени у лиц, принимающих решения, а также с учетом потенциально короткого жизненного цикла современных высокотехнологичных продуктов, что подтверждает актуальность работы.

**Цели и задачи работы.** Целью работы является анализ системы конкуренции между производителями высокотехнологичной продукции аэрокосмической отрасли и разработка математического и программного обеспечения системы поддержки принятия решений на основе моделирования системы глобальной конкуренции. Для достижения цели предполагается решить следующие задачи:

1. Разработать теоретико-игровую модель анализа конкуренции на основе исследования конкуренции в аэрокосмической отрасли, соответствующую современному состоянию отраслевых рынков – модель глобальной конкуренции.
2. Разработать алгоритм выбора оптимальной стратегии компании аэрокосмической отрасли. Разработать алгоритмы поведения интеллектуальных агентов. Разработать методы оценки конкурентоспособности высокотехнологичного продукта.
3. Разработать программно-аппаратный комплекс выбора оптимальной стратегии компании производителя высокотехнологичной продукции. Спроектировать архитектуру информационной системы, включающей в себя два независимых модуля – систему поддержку принятия решений и модуль автоматизированного сбора данных. Разработать информационную архитектуру системы и, на ее основе, графический пользовательский интерфейс.

**Методы исследования.** В диссертации используются современные методы системного анализа, математического моделирования, теории игр, теории принятия решений и обработки информации, оптимизации, в частности, метод динамического программирования.

**Достоверность результатов** обеспечивается строгостью математических постановок и доказательств утверждений, корректным использованием методов системного анализа, результатами работы программно-аппаратного комплекса на тестовых примерах и сравнение их с аналитически вычисленными значениями.

**Научная новизна.** В диссертационной работе впервые исследована модификация классической модели анализа пяти сил М. Портера – модель глобальной конкуренции, предложены методы анализа конкурентоспособности высокотехнологичного продукта, проектирования конкурентной стратегии и прогнозирования состояния отраслевых рынков на основе поведения интеллектуальных агентов, теории игр и теории принятия решений. Среди полученных в работе результатов можно выделить следующие:

1. Разработана модель глобальной конкуренции, отражающая современное состояние отраслевых рынков и соответствующая их требованиям. Модель отличается введением новой шестой силы – комплементоров, самоподобных предфрактальных иерархических рыночных подсистем, а также уровней жизненного цикла модели – научно-технического, технологического и экономического.
2. Разработаны математические методы, определяющие поведение интеллектуальных агентов, а также методы количественной оценки показателей конкурентоспособности производителей высокотехнологичной продукции.
3. Разработан программно-аппаратный комплекс Competiton на основе модели глобальной конкуренции, состоящий из системы поддержки принятия решений и модуля автоматизированного сбора данных. Разработаны алгоритмы и специальное API для эффективного сбора и анализа данных (в том числе в фоновом режиме).
4. В результате работы системы Competition получены рекомендации по повышению конкурентоспособности программного продукта путем внедрения в его состав модуля сбора и анализа показаний датчиков первичной информации с помощью технологии биологической обратной связи – носимых устройств микроэлектроники, выступающих в качестве интернет-вещей. Данный модуль положен в основу медицинской аналитической информационной системы ЦифроМед.

**Практическая ценность** диссертационной работы состоит в том, что полученные результаты позволяют эффективно решать прикладные задачи, связанные с принятием решений при анализе системы конкуренции в аэрокосмической отрасли. Разработанное программное обеспечение использовалось при стратегическом планировании на действующих предприятиях аэрокосмической промышленности и показало свою эффективность.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** В диссертации исследованы сложные экономические и технические системы с использованием методов системного анализа, проведены исследования, соответствующие 1, 2, 4, 5, 10, 11, 12, 13 пунктам специальности 05.13.01.

**Апробация работы.** Результаты работы докладывались на научных семинарах по курсу «Информационные технологии в проектировании и производстве» для студентов факультета прикладной математики и физики Московского авиационного института (рук. доц. Скородумов С.В.).

Материалы диссертации представлялись на ряде конференций: 11-ой Международной конференции «АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА – 2012» (Россия, Москва, 13 ноября 2012 г.), XVIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (Россия, Алушта, 22-31 мая 2013 г.), 13-ой Международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2013)» (Россия, Москва, 15-17 октября 2013 г.), X Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (Россия, Алушта, 25-31 мая, 2014 г.), 14-ой Международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2014)» (Россия, Москва, 14-16 октября 2014 г.), шестнадцатом всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Россия, Москва, 14-15 апреля 2015 г.), XIX Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (Россия, Алушта, 24-31 мая 2015 г.), молодежной конференции «Новые материалы и технологии в ракетно-космической и авиационной технике» (Россия, Московская обл., Королев, 24-26 июня 2015 г.), 15-ой Международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2015)» (Россия, Москва, 26-28 октября 2015 г.), XLII Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения – 2016» (Россия, Москва, 12-15 апреля, 2016 г.), I Международной научно-практической конференции «АКУТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» (Россия, Иваново, 15 апреля 2016 г.), II Международной научно-практической конференции «АКУТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» (Россия, Иваново, 15 мая 2016 г.), XI Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (Россия, Алушта, 25-31 мая 2016 г.), III Международной научно-практической конференции «АКУТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» (Россия, Иваново, 15 июня 2016 г.).

Результаты исследования отмечены грамотой и дипломом лауреата в номинации «Экономика и менеджмент в аэрокосмической сфере» в рамках конкурса научно-технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики» (Россия, Москва, 17-21 ноября 2014 г.), а также грамотой призеру Всероссийского конкурса студенческой молодежи «Личность. Творчество. Профессия» имени Юрия Азарова (Россия, Москва, 9 апреля 2016 г.).

Результаты работы внедрены в ООО «ЭСТО-Вакуум» (в рамках НИР МАИ «Разработка конкурентной стратегии компании ООО «ЭСТО-Вакуум»).

**Публикации.** Основные результаты опубликованы в 4 научных статьях [1–4] в журналах, входящих в перечень ВАК, в 15 статьях [5–9,11–15,17–21] в сборниках и материалах конференций, в сборниках тезисов докладов конференций [10,16], а также в акте о внедрении [22] и свидетельствах о регистрации объектов интеллектуальной собственности [23–25].

**Структура и объем работы диссертации.** Диссертация содержит введение, три главы, заключение и список используемой литературы. Работа состоит из ХХХ страниц, включая ХХ рисунков и Х таблиц. Список литературы содержит ХХ наименований.

Содержание работы

**Во введении** обоснована актуальность выбранной автором темы диссертации, сформирована цель и задачи исследования, описана структура работы, перечислены полученные в диссертации новые результаты.

**В первой главе** проводится исследование системы конкуренции в секторе высоких технологий. В рамках исследования рассматриваются методы системного и конкурентного анализа, в частности, метод анализа пяти сил М. Портера, а также новая сила конкурентной борьбы – комплементоры. Далее проводится конкурентный анализ трех аэрокосмических отраслей: объектов авиационной техники (ОАТ), устройств цифровой медицины (интернет-вещей) и медицинских информационных систем (МИС). Затем рассматривается теория решения изобретательских задач и ее применение для создания конкурентоспособного продукта, а также математический аппарат теории игр для решения задач конкурентного анализа. В заключение главы ставится задача конкурентного анализа в секторе высокотехнологичной продукции.

Первые идеи для понимания основных принципов конкуренции и конкурентной борьбы сформулировал А. Смит. В своих работах он заключил, что конкуренция выступает важнейшим механизмом обеспечения эффективности, пропорциональности и динамичности рыночной экономики. Дальнейшее развитие теории конкуренции дал М. Портер, описав в своих работах методику для анализа отраслей и выработки стратегии бизнеса. Он определил конкуренцию в отрасли (рис. 1) как взаимодействие пяти основных сил:

1. F1 – уровень конкурентной борьбы основных игроков;
2. F2 – угроза появления новых игроков;
3. F3 – угроза появления продуктов-заменителей;
4. F4 – влияние рыночной власти поставщиков;
5. F5 – влияние рыночной власти потребителей.

Конкурентный анализ на основе модели <F1, F2, F3, F4, F5> помогает понять зависимости, существующие в отрасли (во внешней среде для определенной компании производителя высокотехнологичной продукции), а также оценить динамику их изменений, что даёт возможность компании принимать стратегические решения по развитию бизнеса исходя из наиболее защищенной и экономически привлекательной позиции.

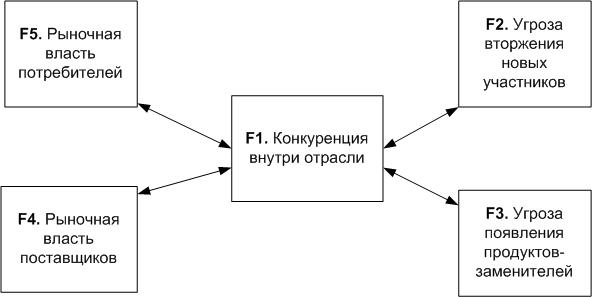


Рис. 1. Модель конкуренции М. Портера

Однако в дальнейшем идеи Портера показали свою несостоятельность, требовались новые идеи для анализа конкуренции и выработки стратегии. К таким идеям относится, в частности, концепция комплементоров А. Бранденбургера и Б. Нейлбаффа. Комплементоры – это неявные участники рынка, действия которых могут влиять на конкурентоспособность продукта и, как следствие, увеличивать или уменьшать прибыль компании. Комплементорами могут быть как непосредственные конкуренты, так и любые факторы, ведущие к увеличению рынка и приносящие пользу его участникам (напр., СМИ, блоги, социальные сети и пр.).

Для моделирования конкуренции используется модель олигополии Курно. Олигополия – это рыночная структура, при которой доминирует небольшое число продавцов, а вход в отрасль новых компаний ограничен. Данная модель базируется на следующих основных предпосылках:

1. Компании производят однородную продукцию;
2. Компаниям известна кривая общего рыночного спроса;
3. Компании принимают решения об объемах производства независимо друг от друга и одновременно, полагая объемы производства конкурентов неизменными и основываясь на критерий максимизации прибыли;
4. На рынке присутствует N компаний. Компании имеют одинаковую технологию производства.

Если на рынке конкурируют n продавцов с объемами выпуска продукции q1,…,qn и равными издержками производства:

(1)

Суммарный объем продаж на рынке известен и задан функцией спроса:

(2)

(3)

Рыночный спрос задан убывающей линейной функцией вида:

, (4)

где a – максимальный возможный спрос на товар, b – зависимость изменения спроса от изменения цены. Подставляя (3) в (4), получим:

(5)

Прибыль каждого участника олигополии зависит от структуры предложения всех участников рынка:

(6)

С точки зрения i-го олигополиста, стремящегося максимизировать свою прибыль за счет оптимального выбора уровня производства, прибыль выражается функцией:

(7)

Условием максимизации функции прибыли будет равенство нулю производной:

(8)

Присутствующие в последнем равенстве выражения называют коэффициентами предполагаемых вариаций. Они показывают, как изменится объем выпуска каждого из конкурентов при изменении объема выпуска i-го соперника на единицу. Из условия (8) можно получить зависимость объема предложения каждого олигополиста от объемов предложений конкурентов:

(9)

Модель Курно строится в предположении, что уровень выпуска фирмы не зависит от уровней выпуска конкурентов, а соответственно, предполагаемые вариации принимаются равными нулю. Прибыль в данном случае выражается разностью между выручкой и издержками:

(10)

(11)

Тогда условие (8) принимает вид:

(12)

Решение задачи нахождения оптимальных параметров рыночного взаимодействия можно упростить, если принять во внимание принятое в модели наличие равных условий для всех конкурентов. Очевидно, что равновесные объемы предприятий одинаковы. Тогда вместо каждой из переменных qi можно использовать одну переменную q, в результате чего получим:

(13)

Отсюда определим равновесный выпуск:

(14)

При таком объеме выпуска каждого олигополиста общий выпуск отрасли составит:

(15)

Тогда при равновесной цене:

(16)

Каждый получит оптимальную прибыль:

(17)

Для проведения конкурентного анализа были выбраны следующие подсистемы аэрокосмической отрасли:

1. Объекты авиационной техники – истребители 5-го поколения, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), микродирижабли и аэростаты как новый класс БПЛА и современные квадрокоптеры.
2. Устройства цифровой медицины – интернет-вещи – носимые, вживляемые и встраиваемые устройства микроэлекторники
3. Медицинские информационные системы – решения для стационаров, поликлиник и амбулаторий, санаториев.

Конкуренция ОАТ – таблица.

Конкуренция устройств ЦМ – таблица.

Под медицинской информационной системой понимается автоматизированная система поддержки принятия решений для лечебно-профилактических учреждений, в которой объединены электронные медицинские карты (ЭМК) пациентов, данные медицинских исследований в цифровой форме, данные мониторинга состояния пациента (собранные с медицинских приборов), средства общения между сотрудниками, финансовая и административная информация. Сектор МИС включает в себя МИС для стационаров, МИС для поликлиник и амбулаторий, МИС для санаториев. Сравнение основных модулей как характеристик МИС представлено в таблице 3.

Сравнение основных модулей МИС. Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Стационары | Поликлиники и амбулатории | Санатории |
| Регистратура | + | + | + |
| Просмотр наличия мест | + | - | + |
| Очередь пациентов | + | + | + |
| Ведение ЭМК | + | + | + |
| Реанимация | + | - | + |
| Реабилитация | + | - | + |
| Операционный блок | + | - | - |
| Скорая помощь | + | + | - |
| Диспансерный учет | - | + | - |
| Управление питанием | + | + | + |
| Управление лекарствами | + | + | + |
| Управление лечением | + | + | + |
| Формирование отчетности | + | + | + |
| Администрирование | + | + | + |

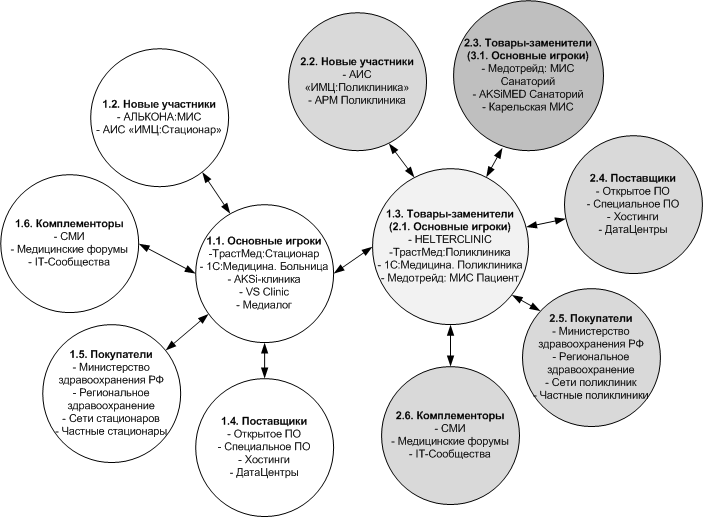


Рис. 1. Модель глобальной конкуренции для сектора МИС

Теория решения изобретательских задач и ее применение для создания конкурентоспособного продукта. Основные положения ТРИЗ и постановка изобретательской задачи. Алгоритмы решения изобретательских задач. Понятие инновационного продукта.

Математический аппарат теории игр для решения задач конкурентного анализа. Основные положения теории игр. Оптимальная стратегия игрока при создании инновационного продукта.

Постановка задачи конкурентного анализа в секторе высокотехнологичной продукции. Концептуальная модель конкуренции.

Концептуальная схема конкурентного анализа с использованием агентных моделей. Алгоритмы создания инновационного продукта для достижения конкурентных преимуществ. Выбор оптимальной стратегии компании производителя высокотехнологичной продукции. Анализ существующего программного обеспечения для решения задач в области поддержки принятия решений

**Во второй главе** исследуется математическое моделирование конкуренции в секторе высокотехнологичной продукции. Здесь разрабатывается математическая модель выбора оптимальной стратегии, приводятся три модификации агентной модели конкурентного анализа: комплементоры, глобальная конкуренция и жизненные циклы, разрабатывается теоретико-игровая модель глобальной конкуренции. Далее разрабатываются критерии и алгоритмы поиска оптимальной стратегии, алгоритмы управления показателями качества продукта для достижения конкурентных преимуществ, исследуется перспектива использования экспертных оценок для получения новых показателей качества продукта.

Описаны функции взаимодействия агентов (время, прибыль)

Учет характеристик (см. диплом)

**В третьей главе** разрабатывается программно-аппаратный комплекс (ПАК) выбора оптимальной стратегии компании производителя высокотехнологичной продукции. В рамках построения концепции ПАК исследуются особенности использования модели SaaS, реализации систем поддержки принятия решений (СППР), исследуется проблема извлечения и структуризации больших данных, организации хранилища данных и их анализа в составе СППР, разрабатываются алгоритмы интерпретации результатов работы СППР и др. Затем решаются вопросы проектирования ПАК, в частности, разрабатывается высокоуровневая архитектура системы, программные модули, архитектура БД, информационная архитектура, описываются средства разработки ПАК. Далее описаны детали реализации комплекса и интеграции его программных модулей, после чего анализируются результаты работы системы и перспективы ее развития.

**В заключении** подведены основные итоги данной работы, сформированы результаты, представляемые диссертантом к защите.

Основные результаты, выносимые на защиту

1. Предложены следующие модификации классической модели анализа пяти сил М. Портера: введение шестой новой силы – комплементоров, введение самоподобных предфрактальных иерархических рыночных подсистем, введение уровней жизненного цикла модели – научно-технического, технологического и экономического [4–7,9,10,14,21,23,24].
2. Разработана модель глобальной конкуренции, включающая в себя предложенные модификации. В основу модели положен математический аппарат на основе поведения интеллектуальных агентов. Для определения характера взаимодействий между агентами используется аппарат теории игр. Предложен метод количественной оценки показателей конкурентоспособности производителей высокотехнологичной продукции [4,7,9,10,19–24].
3. Разработан программно-аппаратный комплекс Competition, позволяющий лицам, принимающим решения от инновационных компаний проектировать конкурентную стратегию на основе анализа и прогнозирования состояния отраслевых рынков в соответствии с моделью глобальной конкуренции. В состав комплекса входит система поддержки принятия решений и модуль автоматизированного сбора данных. [4–6,8–12,14,17,18,21–24].
4. В результате работы программно-аппаратного комплекса Competition получены рекомендации по повышению конкурентоспособности программного продукта путем внедрения в его состав модуля сбора и анализа показаний датчиков первичной информации с помощью технологии биологической обратной связи – носимых устройств микроэлектроники, выступающих в качестве интернет-вещей, на основе которых спроектирована медицинская аналитическая информационная система ЦифроМед [1–3,13,15,16,20,25].

**Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК**

1. *Клёнов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В.* Разработка программно-аппаратного комплекса контроля физического состояния авиаспециалистов с использованием носимых устройств микроэлектроники // Журнал «Труды МАИ». Выпуск №83, 2015
2. *Кухтичев А.А., Клёнов Е.А.* Носимые устройства микроэлектроники как основа биологической обратной связи системы «ЦифроМед» в авиации и космонавтике // Научно-практический журнал «Врач и информационные технологии», 2015. — с. 39-48.
3. *Кухтичев А. А., Клёнов Е. А., Скородумов С. В.* Разработка архитектуры информационной системы "ЦифроМед" цифровой медицины в авиации и космонавтике // ЖУРНАЛ "ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" №2. Том 22. 2016
4. *Бабенко, Е.А., Ершов Д.М., Клёнов Е.А., Скородумов С.В.* Инструментарий проектирования стратегии авиастроительной компании // ЖУРНАЛ "ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" (в печати)

**Публикации по теме диссертации в других изданиях**

1. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А.* Разработка SaaS-приложения конкурентного анализа сектора беспилотных летательных аппаратов // В трудах 11-ой Международной конференции «АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА – 2012», Москва, 13 ноября 2012.
2. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А.* Проектирование (BI) информационного портала для конкурентного анализа высокотехнологичных компаний IT-отрасли // Материалы XVIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС’2013), 22-31 мая 2013 года, Алушта. – М.: Издательство МАИ, 2013. – 888с.: ил.
3. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А.* Математическое моделирование и инструментарий конкурентного анализа высокотехнологичного рынка // В трудах 13-ой международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2013)», 15-17 октября 2013 года, М.: ООО «Аналитик». – 2013.
4. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А.* Автоматизация сбора данных в системе Competition // Материалы Х Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2014), 25-31 мая 2014г., Алушта. - М.: Изд-во МАИ, 2014. - 624 с.: ил.
5. *Бабенко Е.А., Ершов Д.М., Клёнов Е.А., Скородумов С.В.* Инструментарий проектирования стратегии инновационной компании // В трудах 14-ой международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2014)», 14-16 октября 2014 года, М.: ООО «Аналитик». – 2014.
6. *Бабенко Е.А., Ершов Д.М., Клёнов Е.А.* Инструментарий проектирования стратегии компании аэрокосмической отрасли // Сборник аннотаций конкурса научно-технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики», 17-21 ноября 2014 года, М.: МАИ (НИУ). – 2014.
7. *Клёнов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В.* Офис стратегического управления малыми инновационными предприятиями // Материалы шестнадцатого всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий», 14-15 апреля 2015 года, Москва, ЦЭМИ.
8. *Клёнов Е.А., Скородумов С.В.* Архитектура программно-аппаратного комплекса Competition // Материалы XIX Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС’2015), 24-31 мая 2015 г., Алушта. – М.: Издательство МАИ, 2015. – 760с.: ил.
9. *Кухтичев А.А., Клёнов Е.А.* Использование носимых устройств микроэлектроники в качестве элементов биологической обратной связи в системе «ЦифроМед» // Сборник материалов молодежной конференции «Новые материалы и технологии в ракетно-космической и авиационной технике» 24-26 июня 2015. – Королев Московская обл.: Изд-во ИПК «Машинприбор», 2015, с. 98-107.
10. *Клёнов Е.А.* Программно-аппаратный комплекс Competition для анализа инновационных SaaS-приложений // В трудах 15-ой международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2015)», 26-28 октября 2015 года, М.: ООО «Аналитик». – 2015.
11. *Клёнов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В.* Разработка экспертной системы в составе информационно-аналитической системы «ЦифроМед» // В трудах 15-ой международной конференции «СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЭТАПАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОДУКТА (CAD/CAM/PDM – 2015)», 26-28 октября 2015 года, М.: ООО «Аналитик». – 2015.
12. *Клёнов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В.* Интеграция сервисов цифровой медицины в экипировку пилота ЛА // Гагаринские чтения – 2016: XLII Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов. Т. 1: М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2016. С. 417
13. *Клёнов Е.А.* Разработка API для интеграции внешних модулей сбора данных в составе ПАК Competition // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ», г. Иваново, 15 апреля 2016 г. – Иваново: ИП Цветков А.А., 2016. – 100 с.
14. *Клёнов Е.А.* Разработка системы поддержки принятия решений в области проектирования автоматизированных информационных систем // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ», г. Иваново, 15 апреля 2016 г. – Иваново: ИП Цветков А.А., 2016. – 100 с.
15. *Клёнов Е.А.* Метод количественной оценки показателей конкурентоспособности производителей высокотехнологичной продукции // Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ», г. Иваново, 15 мая 2016 г. – Иваново: ИП Цветков А.А., 2016. – 100 с.
16. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В.* Математическое моделирование конкуренции в секторе медицинских информационных систем // Материалы XI Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ’2016), 25-31 мая 2016 г., Алушта. – М.: Изд-во МАИ, 2016. – 600с.: ил. с. 549-551
17. *Иваново-3 (3 конфа до 15 июня)*

**Наличие актов о внедрении**

1. Акт о внедрении результатов НИР МАИ «Разработка конкурентной стратегии компании ООО «ЭСТО-Вакуум» в ООО «ЭСТО-Вакуум».

**Наличие свидетельств о регистрации**

**объектов интеллектуальной собственности**

1. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А., Ершов Д.М., Скородумов В.С.* Свидетельство № 12-416 о регистрации объекта интеллектуальной собственности «Программно-аппаратный комплекс Competition конкурентного анализа сегмента рынка» // Зарегистрирован в Государственном реестре Госстандарта России 25 дек 2012. Москва 2012.
2. *Ершов Д.М., Скородумов В.С., Бабенко Е.А., Клёнов Е.А.* Свидетельство № 14-527 о регистрации объекта интеллектуальной собственности «STRATEGIES OPTIMIZER» Программно-вычислительный комплекс для оптимизации конкурентной стратегии компании» // Зарегистрирован в Государственном реестре Госстандарта России 05 сен 2014. Москва 2014.
3. *Величко А.Д., Величко Е.А., Клёнов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В., Юров И.Б.* Свидетельство о регистрации объекта интеллектуальной собственности «ЦифроМед» Программно-аппаратный комплекс врачебно-лётной экспертизы» // В печати

Подписано в печать ХХ.ХХ.ХХ

Тираж: 100 экз. Заказ № ХХХ, 1.25 п.л.

Отпечатано в типографии «КЛЦ103»

г. Москва, Волоколамское шоссе, 4, к. 1, ком. 30

(499) 158-4161 www.klc103.mai.ru