

Клёнов Евгений Александрович

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ, АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТНОГО АНАЛИЗА  
(НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ 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

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

**Научный руководитель:** кандидат технических наук, старший  
научный сотрудник, доцент ф-та Прикладная  
математика и физика  
**Скородумов Станислав Владимирович**

**Официальные оппоненты:** -  
-  
-  
-

**Ведущая организация:** Институт Проблем Управления им. В.А.  
Трапезникова РАН

Защита состоится XX XXXX 2017 года в XX часов на заседании диссертационного совета XXXXX 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 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 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** является гиперкомплексная динамическая система конкуренции производителей высокотехнологичной продукции на примере объектов производства аэрокосмической отрасли.

**Предметом исследования** являются методы, модели, алгоритмы и программное обеспечение для решения задач конкурентного анализа в аэрокосмической отрасли.

**Актуальность работы.** Решение задач конкурентного анализа относится к современной теории принятия решений. Лица принимающие решения (ЛПР) должны располагать необходимой и достаточной информацией (о новых технологиях в отрасли, основных конкурентах, возможных рисках и др.), а также иметь время для её обработки и принятия оптимальных решений.

Для решения данного класса задач в условиях отсутствия достаточной информации о предметной области исследования применяются методы общей теории систем и системного анализа, делящиеся на две группы. К первой группе относятся качественные и количественные методы, основанные на выявлении и обобщении мнений специалистов-экспертов: метод анализа иерархий (Т.Саати), метод сценариев (Г.Кан), метод Дельфи (О.Хельмер, Н.Далки, Н.Решер), и др. Ко второй группе относятся методы формализованного представления гиперкомплексных динамических систем – ГДС (А.Н.Малюта, Л.Г.Шатихин): аналитические, статистические, теоретико-множественные, логические, имитационного моделирования и др.

Применение методов первой группы позволяет получать общую информацию об исследуемой системе, оценивать долгосрочные последствия принимаемых решений, а также риски, однако не отображает динамику развития системы и не позволяет анализировать ее во всей полноте. Перечисленные недостатки устраняются с помощью методов системной динамики (Д.Форрестер), относящихся ко второй группе. Для моделирования и оптимизации сложных систем (Ю.С.Кан, А.И.Кибзун, В.В.Малышев, А.С.Рыков и др.) особое внимание уделяется компьютерному моделированию, в частности, имитационному и агентному моделированию. Современные агентные модели базируются на теории игр (Р.Аксельрод, М.Новак, Р.Мэй, Л.А.Петросян и др.).

К классическим теоретико-игровым моделям анализа конкуренции относят модели Ж.Бертрана, Г.Штакельберга и О.Курно. Данные модели применимы в условиях олигополии, то есть в условиях доминирования малого количества игроков (агентов).

Для проведения конкурентного анализа задаются общие параметры игры, после чего исследуются состояния равновесия модели (Дж.Нэш) при стремлении достижения игроками своих целей (например, максимум прибыли или минимум издержек) с учетом действий других игроков. Однако эти модели не учитывают всю полноту конкурентных сил, действующих в отрасли. Попытка решения данной проблемы предпринята в работах М.Портера, определившего конкуренцию в отрасли, как взаимодействие пяти сил:  $F_1$  – основных игроков,  $F_2$  – продуктов-заменителей,  $F_3$  – новых игроков,  $F_4$  – поставщиков,  $F_5$  – потребителей.

Однако для современных рыночных систем модель М.Портера оказывается неполной. С целью развития модели в работе предлагается ввести новые конкурентные силы, расширяющие кортеж сил/агентов  $\{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5\}$  за счет комплементоров –  $\{F_6\}$ , производящих дополняющую продукцию к основной (А.Бранденбургер, Б.Нейлбафф), и инфлюенторов –  $\{F_7\}$ , оказывающих косвенное влияние на конкурентоспособность продукции. Также, при анализе предложенного мною нового кортежа конкурентных сил  $\{F_k\}$  обнаруживается, что отдельные агенты могут образовывать собственную структуру, в которой они становятся основными игроками, что на базе исследований А.С.Семенова позволяет постулировать аксиому о самоподобии и иерархичности рыночных подсистем, преобразуя исходную модель конкуренции (М.Портера) в новую модель глобальной конкуренции.

Другой проблемой анализа отраслевой конкуренции становится учет основных этапов жизненного цикла продукции с целью создания нового инновационного продукта (Д.Стиглиц, П.Дасгупта). Для новых современных технологий и изделий, например, технологий интернет-вещей – IoT (Internet of Things), жизненный цикл сокращается, так как регулярно обновляется их научно-техническая и технологическая база. Например, цикл жизни носимых устройств микроэлектроники (НУМ) колеблется, в среднем, от полугода до года, после этого выходят модели нового поколения. Однако для сложных объектов авиационной техники (ОАТ), например, самолетов, вертолетов, аэростатов и др., а также медицинских информационных систем (МИС), применяемых в аэрокосмической отрасли, жизненный цикл более продолжительный.

Таким образом, при прогнозировании состояния рынка изделий отрасли и проектировании оптимальной стратегии предприятия необходимо анализировать конкурентоспособность продукта на всех основных этапах жизненного цикла, а именно:

научно-техническом, технологическом и рыночном. Для решения этой задачи на каждом из основных этапов жизненного цикла целесообразно строить модель глобальной конкуренции (МГК) в данной отрасли.

Для моделирования конкуренции в отрасли необходимо располагать большим объемом релевантных данных. Сбор и накопление таких данных возможен с помощью нового поколения программных средств, например, системы конкурентной разведки Avalanche (А.И.Масалович), программы поиска, сбора, мониторинга и анализа информации SiteSputnik (А.Б.Мыльников) или сервиса сравнения характеристик товаров с учетом их цен Яндекс.Маркет (Яндекс).

Из краткого обзора проблемы следует, что сегодня существует множество подходов к решению задач конкурентного анализа с целью принятия решений, близких к оптимальным, однако до настоящего времени не существует методики, модели и алгоритмов, отражающих современное состояние отраслевых рынков и позволяющих анализировать их во всей полноте. В работе предложена такая модель, а именно – МГК, а также методика ее применения на основных этапах жизненного цикла продукции.

Для применения модели и алгоритмов конкурентного анализа на практике, необходимо создание специального программно-вычислительного комплекса (ПВК), позволяющего проектировать оптимальную конкурентную стратегию, прогнозировать состояние отраслевых рынков и оценивать показатели конкурентоспособности высокотехнологичной продукции на основных этапах ее жизненного цикла. Предлагаемый в работе ПВК включает в себя систему поддержки принятия решений (СППР) на базе МГК и модуль автоматизированного сбора данных (МАСД) для обеспечения системы релевантными данными.

Наличие разработанного в диссертации инструментария важно в условиях постоянной нехватки информации и времени у ЛПР, а также с учетом потенциально короткого жизненного цикла современной высокотехнологичной продукции, что подтверждает актуальность работы.

**Цель и задачи работы.** Целью данной работы является создание инструментария конкурентного анализа, то есть методического, математического и программного обеспечения системы поддержки принятия решений на базе моделирования глобальной конкуренции на основных этапах жизненного цикла высокотехнологичной продукции аэрокосмической отрасли. (создание инструментария анализа ДЛЯ ЧЕГО?)

Для достижения поставленной цели в данной работе необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать теоретико-игровую модель конкурентного анализа на основе исследования конкуренции в аэрокосмической отрасли (на примере трех различных типов объектов – ОАТ, IoT, МИС).
2. Разработать алгоритмы поведения интеллектуальных агентов; прогнозирования состояния отраслевого рынка; выбора оптимальной стратегии компании; количественной оценки конкурентоспособности высокотехнологичного продукта.
3. Разработать программно-вычислительный комплекс решения задач конкурентного анализа для компании производителя высокотехнологичной продукции.

**Методы исследования.** В работе используются современные методы системного анализа, математического моделирования, оптимизации, теории игр, теории принятия решений и обработки информации.

**Достоверность результатов** обеспечивается строгостью математических постановок и доказательств утверждений, корректным использованием методов системного анализа, апробацией разработанных моделей и алгоритмов при решении практических задач.

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

1. Разработана модель глобальной конкуренции в аэрокосмической отрасли. Модель отличается введением в игру новых сил/агентов: комплементоров –  $\{F_6\}$  и инфлюенторов –  $\{F_7\}$ , а также обладает свойством самоподобия иерархических подсистем.
2. Предложена методика анализа конкуренции на основных этапах жизненного цикла продукции – а) научно-техническом, б) технологическом и в) рыночном.
3. Разработаны математические методы проектирования конкурентной стратегии, поведения интеллектуальных агентов, прогнозирования состояния отраслевых

рынков, количественной оценки показателей конкурентоспособности производителей высокотехнологичной продукции.

4. Разработан программно-вычислительный комплекс Competiton на основе модели глобальной конкуренции, состоящий из системы поддержки принятия решений и модуля автоматизированного сбора данных. Разработаны алгоритмы и специальное ПО для эффективного сбора и анализа данных.
5. В результате применения системы Competition разработаны рекомендации по повышению конкурентоспособности МИС для проведения врачебно-лётной экспертизы (ВЛЭ), основанные на сборе и анализе показаний датчиков первичной информации (НУМ) с помощью технологии биологической обратной связи (БОС). Данные рекомендации положены в основу создания медицинской информационно-аналитической системы ЦифроМед.

**Практическая ценность** работы состоит в том, что полученные результаты позволяют решать прикладные задачи конкурентного анализа производителей объектов аэрокосмической отрасли. Разработанное ПО использовалось при анализе глобальной конкуренции для действующих предприятий аэрокосмической промышленности и показало свою эффективность. Получены свидетельства о государственной регистрации программ №12-416 (25.12.2012) и №14-527 (05.09.2014).

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

**Внедрение результатов диссертационной работы.** Получены акты о внедрении результатов НИР МАИ: «Разработка конкурентной стратегии компании ООО «ЭСТО-Вакуум» в ООО «ЭСТО-Вакуум», «Исследование и разработка моделей, алгоритмов и программного обеспечения конкурентного анализа» в АНО «Институт Развития Интернета», **«Программно-аппаратный комплекс врачебно-лётной экспертизы» в Санаторий-профилакторий МАИ.**

**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 исследования представлялись на всероссийских и международных конференциях:

- 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 «Актуальные вопросы научных исследований» (Россия, Иваново, 15 апреля 2016 г.);
- II Международной научно-практической конференции «Актуальные 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 «Актуальные вопросы научных исследований» (Россия, Иваново, 15 июня 2016 г.)
- 16-ой Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2016)» (Россия, Москва, 17-19 октября 2016 г.).
- XX Международной юбилейной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (Россия, Алушта, 24-31 мая 2017 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, МАИ, 17-21 ноября 2014 г.), а также грамотой призера Всероссийского конкурса студенческой молодежи «Личность. Творчество. Профессия» имени Юрия Азарова (Россия, Москва, РХТУ им. Д.И.Менделеева, 9 апреля 2016 г.).

**Публикации.** Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 6 научных статьях [1–6] в журналах, входящих в перечень ВАК, в 19 статьях [7–11, 13–17, 19–27] в сборниках и материалах конференций, в сборниках тезисов докладов конференций [12, 18] и свидетельствах о регистрации объектов интеллектуальной собственности [28–30].

**Структура и объем работы диссертации.** Работа содержит введение, три главы, заключение и список используемой литературы, состоит из 125 страниц, включая 36 рисунков и 12 таблиц. Список литературы содержит 91 наименование.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформированы цель и задачи исследования, описана структура работы, перечислены полученные в работе новые результаты.

**В первой главе** представлены модели и методы конкурентного анализа в аэрокосмической отрасли. Классический анализ конкуренции в отрасли на основе теории взаимодействия пяти сил М.Портера ( $F_1$  – основных игроков,  $F_2$  – продуктов-заменителей,  $F_3$  – новых игроков,  $F_4$  – поставщиков,  $F_5$  – потребителей) преобразуется здесь за счет введения новых факторов конкурентной борьбы с учетом развития

информационных технологий: силы  $F_6$  – комплементоров, производящих дополняющую продукцию, а также, предложенной автором, новой силы  $F_7$  – инфлюенторов, которые оказывают влияние на конкурентоспособность продукции и, как следствие, увеличивают или уменьшают прибыль компании. В роли комплементоров выступают, в частности, специальные учебные заведения, аэропорты, производители топлива и др., а в роли инфлюенторов, в свою очередь, выступают удовлетворенные потребители, социальные сети, СМИ и другие агенты рынка.

**Утверждение 1.** Комплементоры и инфлюенторы, не являются прямыми участниками конкурентной борьбы в отрасли, однако влияют на конкурентоспособность выпускаемой игроками продукции. Следовательно, силы  $F_6$  и  $F_7$ , расширяющие кортеж сил/агентов  $\{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5\}$ , можно рассматривать в качестве дополнительных сил в развитии исходной модели М.Портера (рис. 1).

Взаимодействие сил  $\{F_k\}$  можно представить ГДС-матрицей (см. табл. 1).

Таблица 1.

Матрица ГДС взаимодействия основных сил глобальной конкуренции

$F_1$	$y_{12}$	$y_{13}$	$y_{14}$	$y_{15}$	$y_{16}$	$y_{17}$
$y_{21}$	$F_2$	$y_{23}$	$y_{24}$	$y_{25}$	$y_{26}$	$y_{27}$
$y_{31}$	$y_{32}$	$F_3$	$y_{34}$	$y_{35}$	$y_{36}$	$y_{37}$
$y_{41}$	$y_{42}$	$y_{43}$	$F_4$	$y_{45}$	0	0
$y_{51}$	$y_{52}$	$y_{53}$	$y_{54}$	$F_5$	0	0
$y_{61}$	$y_{62}$	$y_{63}$	0	0	$F_6$	0
$y_{71}$	$y_{72}$	$y_{73}$	0	0	0	$F_7$

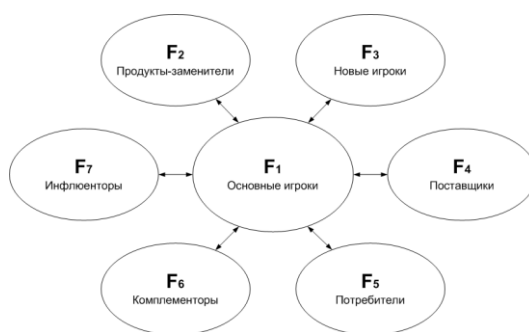


Рис. 1. Новая модель конкурентного анализа  
(с участием  $F_6$  – комплементоров и  $F_7$  – инфлюенторов)

**Утверждение 2.** В новом corteже сил  $\{F_k\}$  в свою очередь имеет место конкуренция, приводящая к новой структуре отраслевого рынка, в которой обнаруживается самоподобие и иерархичность рыночных подсистем, что также выступает как модификация исходной модели конкуренции, расширенной здесь до модели глобальной конкуренции – МГК.

Конкуренция в отрасли может быть представлена в виде гиперкомплексной динамической системы, то есть как многоуровневый фрактальный нагруженный граф, вершинами которого являются элементы системы (игроки), а ребрами – взаимосвязи между ними (рис. 2). Ресурсами, перемещаемыми во времени по ребрам такого графа, являются: материальные потоки – продукция компании и комплектующие, информационные потоки, финансовые средства и др.

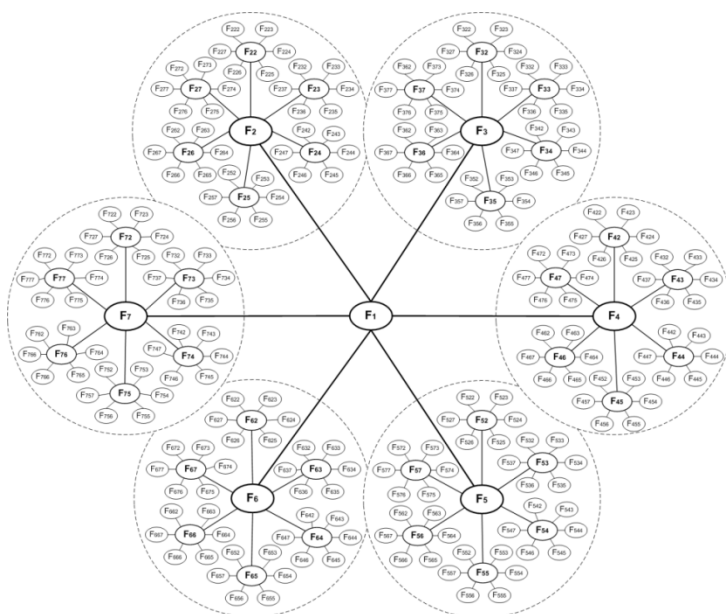


Рис. 2. Модель глобальной конкуренции на отраслевом рынке

Для доказательства универсальности предлагаемой методики конкурентного анализа в работе рассматриваются следующие объекты как системы аэрокосмической отрасли:

1. Объекты авиационной техники (ОАТ) – истребители 5-го поколения, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), микродирижабли и аэростаты как новый класс БПЛА.
2. Медицинские информационные системы (МИС) – решения, поддерживающие процедуры врачебно-лётной экспертизы (ВЛЭ) для отраслевых стационаров, поликлиник и санаториев.

3. Устройства цифровой медицины – интернет-вещи (IoT) – носимые (НУМ) и встраиваемые (ВУМ) устройства микроэлектроники для контроля показателей жизнедеятельности (здоровья) авиаспециалистов.

Моделирование конкуренции проводится с использованием математического аппарата теории игр. Модель конкуренции в данном случае задается как кортеж элементов:

$$M = (\mathbb{F}_1, \mathbb{F}_2, \mathbb{F}_3, \mathbb{F}_4, \mathbb{F}_5, \mathbb{F}_6, \mathbb{F}_7). \quad (1)$$

Здесь  $\mathbb{F}_i = \{A_{ij}\}$ , где  $\{A_{ij}\}$  – множество агентов, являющихся игроками в многошаговой некооперативной игре. В роли агентов выступают компании, соответствующие рыночным силам, наследующие их свойства, и взаимодействующие между собой. Для анализа конкуренции в аэрокосмической отрасли используется теоретико-игровая модель глобальной конкуренции, построенная на основе модели олигополии О.Курно.

Одним из условий применения данной модели является выпуск конкурентами однородной продукции. В результате, на основе предложенной здесь модели, на отраслевом рынке конкурируют  $N = n + m + h$  производителей (основные игроки, продукты-заменители и новые игроки) с известными объемами выпуска продукции  $Q_1 \dots Q_N$ . Суммарный объем выпуска продукции задается функцией спроса  $P = P(\bar{Q})$ , где  $\bar{Q} = \sum_{i=1}^N Q_i$ . Рыночный спрос задается убывающей линейной функцией вида  $P = a - b\bar{Q}$ ,  $a > 0$ ,  $b > 0$ , где  $a$  – максимальный возможный спрос на продукцию,  $b$  – показатель изменения спроса в зависимости от изменения цены. Тогда:

$$P = a - b \sum_{i=1}^N Q_i. \quad (2)$$

Прибыль каждого участника олигополии зависит от структуры предложения всех участников рынка и с точки зрения  $i$ -го игрока выражается функцией  $\Pi_i = \Pi_i(Q_1(Q_i) \dots Q_i \dots Q_N(Q_i))$ . Тогда условием достижения максимума функции прибыли будет равенство нулю производной:

$$\frac{d\Pi_i}{dQ_i} = \left(\frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_i}\right) + \left(\sum_{j=1, i \neq j}^N \frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_j}\right) \times \left(\frac{\partial Q_j}{\partial Q_i}\right) = 0. \quad (3)$$

Если объем выпуска продукции компании не зависит от объема выпуска продукции конкурентов, то вариации  $\frac{\partial Q_j}{\partial Q_i}$  принимаются равными нулю, и прибыль определяется как разность между доходом и издержками:

$$\Pi_i = (a - b \sum_{j=1}^N Q_j) Q_i - c_i Q_i, \quad (4)$$

условие (3) в этом случае принимает вид:

$$\frac{d\Pi_i}{dQ_i} = a - b \sum_{j=1}^N Q_j - bQ_i - c_i = 0. \quad (5)$$

### Постановка задачи:

Для моделирования конкуренции в отрасли требуется:

1. Построить теоретико-игровую модель конкуренции как гиперкомплексной динамической системы.
2. Разработать алгоритмы последовательного применения теоретико-игровой модели на основных этапах жизненного цикла продукции: а) научно-техническом, б) технологическом, в) рыночном.
3. Разработать алгоритмы взаимодействия интеллектуальных агентов, соответствующих действующим силам  $\{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7\}$ .
4. Определить условия окончания процесса моделирования.
5. Задать новые требования к созданию продукции и разработать алгоритмы для достижения конкурентных преимуществ, используя аппарат экспертного оценивания.

**Во второй главе** проводится вычислительный эксперимент по анализу конкуренции в секторах производства высокотехнологичной продукции на основе предложенной автором модели глобальной конкуренции, с помощью которой решается задача конкурентного анализа в отрасли.

**Утверждение 3.** Методика конкурентного анализа позволяет анализировать качество и конкурентоспособность продукции на основных этапах жизненного цикла: а) научно-техническом, б) технологическом, в) рыночном.

Третьей модификацией исходной модели конкуренции является концептуальная схема (рис. 3) применения модели глобальной конкуренции на основных этапах жизненного цикла ОАТ.

Теоретико-игровая модель анализа конкуренции авиационной техники, представленная как ГДС, описывает поведение интеллектуальных агентов  $\{A_k\}$  и определяет взаимодействие между парой агентов набором функций  $W_i(A_i(g_i), A_j(g_j), t)$ ,  $i \neq j$ , максимизирующих прибыль компании производителя ОАТ и выполняющих операции движения ресурсов по ребрам графа во времени  $t$  и с учетом издержек  $g_i = c_i Q_i$ ,  $g_j = c_j Q_j$ .

Для учета влияния друг на друга интеллектуальных агентов на разных уровнях иерархии модели глобальной конкуренции вводятся иерархические весовые коэффициенты  $\bar{K}_i$ , значения которых определяются с помощью экспертного оценивания.

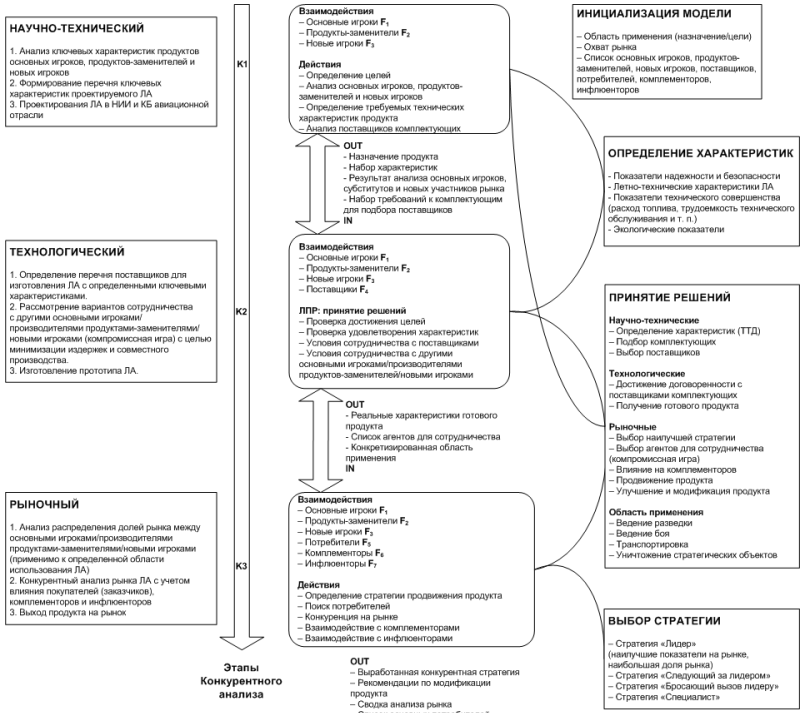


Рис. 3. Схема применения МГК на основных этапах жизненного цикла продукции

Взаимодействие между парой агентов определяется соотношением  $\bar{K}_i W_l(A_i(g_i), A_j(g_j), t)$ ,  $i \neq j$ , здесь  $\bar{K}_i = 1$  в случае взаимодействия на одном иерархическом уровне. Значение  $\bar{K}_i$  зависит от таких параметров интеллектуального агента как: 1) тип агента/силы, 2) существующие аналоги, 3) статус агента вследствие действий инфлюенторов и др. Для анализа действий отдельных агентов, например, в случае увеличения объема выпуска продукции или уменьшения издержек, задается набор функций  $W_l(A_i(g_i), t)$ . Список основных характеристик взаимодействия между парой агентов, а также действий отдельных агентов представлен в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристики взаимодействия между парой агентов

Сила $\{F_k\}$	input	Характеристика взаимодействия
$F_1, F_2, F_3$	$W(A_{1,2,3}, t)$	Изменить объем выпуска продукции

--"--	$W(A_{1,2,3}, t)$	Изменить порог допустимых издержек
--"--	$W(A_{1,2,3}, t)$	Изменить характеристики продукта
--"--	$W(A_{1,2,3}, A_4, t)$	Изменить объем закупок комплектующих
--"--	$W(A_{1,2,3}, A_4, t)$	Взаимодействовать с новым поставщиком
--"--	$W(A_{1,2,3}, A_5, t)$	Изменить объем продаж продукции
--"--	$W(A_{1,2,3}, A_5, t)$	Вывести новую продукцию на рынок
--"--	$W(A_{1,2,3}, A_5, t)$	Взаимодействовать с новым потребителем
--"--	$W(A_{1,2,3}, A_6, t)$	Продвигать новый продукт на рынок
$\mathbb{F}_4$	$W(A_4, t)$	Изменить стоимость комплектующих
--"--	$W(A_4, t)$	Изменить объем производимых комплектующих
--"--	$W(A_4, A_{1,2,3}, t)$	Взаимодействовать с новыми игроками
$\mathbb{F}_5$	$W(A_5, t)$	Изменить спрос на продукцию
--"--	$W(A_5, A_{1,2,3}, t)$	Взаимодействовать с новыми игроками
$\mathbb{F}_6$	$W(A_6, A_{1,2,3}, t)$	Изменить стоимость дополняющей продукции
--"--	$W(A_6, A_{1,2,3}, t)$	Взаимодействовать с новыми игроками
$\mathbb{F}_7$	$W(A_7, A_{1,2,3}, t)$	Дать положительный отзыв о продукте
--"--	$W(A_7, A_{1,2,3}, t)$	Дать отрицательный отзыв о продукте

При построении модели  $M = (\mathbb{F}_1, \mathbb{F}_2, \mathbb{F}_3, \mathbb{F}_4, \mathbb{F}_5, \mathbb{F}_6, \mathbb{F}_7)$  задается число уровней иерархии, период прогнозирования, общие параметры игры – функции спроса и предложения, определяется множество сил и агентов на каждом иерархическом уровне, и для каждого игрока – объем выпуска продукции и издержки, а также – набор действий игроков.

**Алгоритм 1.** Построение модели глобальной конкуренции.

---

**Вход:**  $\{\mathbb{F}_k\}, k = \overline{1,7}$  – множество сил глобальной конкуренции;  $P$  – функция спроса;  $\overline{Q}$  – функция предложения;  $T$  – период прогнозирования

**Выход:**  $M = (\mathbb{F}_1, \mathbb{F}_2, \mathbb{F}_3, \mathbb{F}_4, \mathbb{F}_5, \mathbb{F}_6, \mathbb{F}_7)$  – модель глобальной конкуренции

---

**ШАГ 1.** Задаем число уровней иерархии модели  $n$ .

**ШАГ 2.** Определяем множество сил на каждом уровне  $\{\mathbb{F}_k\}_i, i = \overline{1, n}$ .

**ШАГ 3.** Определяем множество агентов  $\{A_m\}_i, i = \overline{1, n}, m > k$  для сил на каждом иерархическом уровне как игроков в многошаговой некооперативной игре

**ШАГ 4.** Для каждого агента  $A_i, i = \overline{1, m}$  определяем начальные выпуск  $Q_i$  и издержки  $c_i$ .

**ШАГ 5.** Для каждого агента  $A_i, i = \overline{1, m}$  определяем множество действий других агентов  $W_l(A_i(g_i), t)$ , и взаимодействий между парой агентов  $\bar{K}_i W_l(A_i(g_i), A_j(g_j), t), i \neq j$ , где  $\bar{K}_i = 1$  в случае взаимодействия на одном иерархическом уровне.

---

За период моделирования  $T$  агенты  $\{A_m\}$  выполняют набор действий  $\{O_i\}$ , соответствующих функциям  $\bar{K}_i W_l(A_i(g_i), A_j(g_j), t), i \neq j$  и/или  $W_l(A_i(g_i), t)$ , с учетом действий других игроков. Набор действий ограничен ресурсами, выделяемыми компанией с учетом заданной стратегии и бюджета, а также временным интервалом. Одновременно могут выполняться несколько действий; возможна пауза (период бездействия) для анализа действий конкурентов, а также – отмена начатого действия в случае его неэффективности.

**Утверждение 4.** Поскольку каждое действие агента направлено на максимизацию прибыли компании, то оптимальной стратегией компании  $\mathbb{S}$  при заданных ограничениях  $T, g_i$  является последовательность шагов:

$$\mathbb{S} = \{O_i\}, i = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Полученный набор действий рассматривается здесь как одна из четырех возможных конкурентных стратегий: 1)  $\mathbb{S}_1$  – стратегия лидер, 2)  $\mathbb{S}_2$  – бросающий вызов лидеру, 3)  $\mathbb{S}_3$  – следующего за лидером, 4)  $\mathbb{S}_4$  – стратегия специализации.

**Алгоритм 2.** Принятие решений  $i$ -ым агентом.

---

**Вход:**  $\{A_m\}$  – множество интеллектуальных агентов;  $\{O\}$  – множество альтернативных действий агентов;  $\mathbb{S}_i, i = \overline{1, 4}$  – набор основных конкурентных стратегий,  $T$  – период прогнозирования, шаг  $t \in T$ .

**Выход:**  $\mathbb{S}$  – оптимальная стратегия

---

**ШАГ 1.** Присвоить  $k := 1; O_k := \emptyset$ .

**ШАГ 2.** Для каждого агента выбирается конкурентная стратегия  $\mathbb{S}_i$  и формируется профиль поведения как подмножество множества  $\{O\}$ .



**ШАГ 3.** Для каждого агента  $A_i$  ранжируются действия по заданному критерию – максимизации прибыли относительно других агентов.

**ШАГ 4.** Для каждого агента  $A_i$  определяются участники рынка, с которыми необходимо взаимодействовать для достижения цели.

**ШАГ 5.** Для каждого агента  $A_i$  выбирается набор действий, направленных на максимизацию прибыли.

**ШАГ 6.** Выполняется шаг  $t$ . ЕСЛИ достигнуто значение  $T$  периода прогнозирования или установлено равновесие (каждый агент достиг своей цели и находится в ситуации, когда любое следующее действие ухудшает его положение),

ТО {присвоить  $S := \{O_i\}$ ; завершить исполнение алгоритма},

ИНАЧЕ {присвоить  $O_k := O$ ;  $k := k + 1$ ; перейти к шагу 4}.

Схемы алгоритмов построения МГК и принятия решений  $i$ -ым агентом представлены на рис. 4а и рис. 4б.

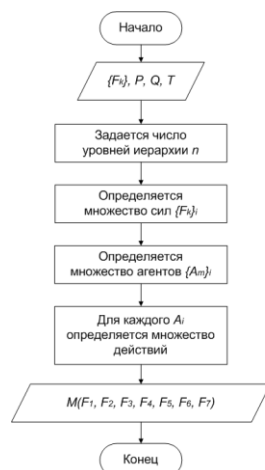


Рис. 4а. Алгоритм  
построения модели  
глобальной  
конкуренции

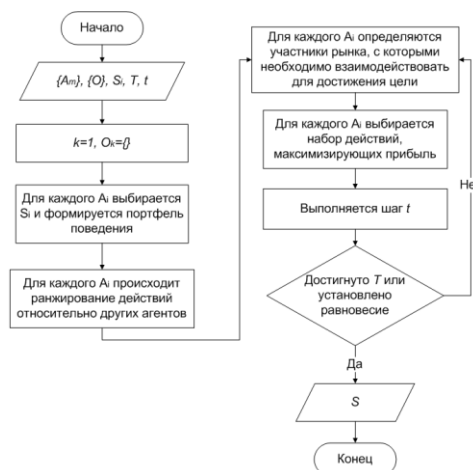


Рис. 4б. Алгоритм  
принятия решений  $i$ -ым  
агентом

Предварительный прогноз состояния отраслевого рынка на основе распределения долей рынка  $D_i$  между  $n$  основными игроками определяется по формуле:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_j}{R_i}, \quad (7)$$

здесь  $R_i$  – положение  $i$ -го игрока на рынке:

$$R_i = \Pi_i \times Q_i \times K_i, \quad (8)$$

где  $K_i$  – коэффициент конкурентоспособности задается для каждого игрока в результате сравнения  $m$  соответствующих числовых значений характеристик  $X_i$ ,  $X_j$  продукта  $i$ -го игрока с другими конкурентами  $K_{ij}$ .

Таким образом:

$$K_i = \prod_{j=1, j \neq i}^n K_{ij}, \quad (9)$$

$$K_{ij} = \prod_{j=1, j \neq i}^m \left( \frac{X_i}{X_j} \times \frac{g_j}{g_i} \right). \quad (10)$$

В результате выражение (8) принимает вид:

$$R_i = \Pi_i \times Q_i \times \prod_{j=1, j \neq i}^n K_{ij}. \quad (11)$$

Для достижения конкурентных преимуществ компании производителя высокотехнологичной продукции ОАТ в работе предложены методы управления характеристиками продукта (показателями качества), позволяющие расширить его функциональные возможности, либо сконцентрироваться на специальных свойствах, переводящих продукт в новую рыночную нишу, привлекающую дополнительную аудиторию потребителей. Поскольку конкурентные преимущества предполагают наличие уникальных характеристик продукта, отличающих его от конкурентов, то при моделировании глобальной конкуренции вводятся новые характеристики, определяемые методом экспертных оценок. Например, это использование новых комплектующих, задающих такие характеристики на научно-техническом или технологическом этапах производства, которые позволяют модернизировать или создавать инновационный продукт.

**В третьей главе** представлен разработанный программно-вычислительный комплекс выбора оптимальной стратегии компании производителя высокотехнологичной продукции Competition.

Для реализации программной части системы используется программный каркас Django, в основе которого лежит высокоуровневый язык программирования Python. В качестве системы управления базами данных используется MySQL, а в качестве веб-сервера – nginx. Для запуска Django-приложения, передачи ему запроса от пользователя и возвращения ответа используется стандарт взаимодействия Python-программ и веб-сервера Web Server Gateway Interface (WSGI), а именно одна из его реализаций uWSGI. Таким образом, схема взаимодействия пользователя с приложением реализована

следующим образом: [пользователь] → [веб-сервер (nginx)] → [сокет] → [uWSGI] → [Django] → [База данных].

В основе ПВК лежит трехуровневая архитектура (рис. 5) – архитектурная модель, предполагающая наличие трех компонентов: клиента (слой клиента – пользовательский интерфейс), сервера приложений (слой логики – модуль автоматизированного сбора данных и система поддержки принятия решений) и сервера базы данных (слой данных – хранилище большого объема данных).

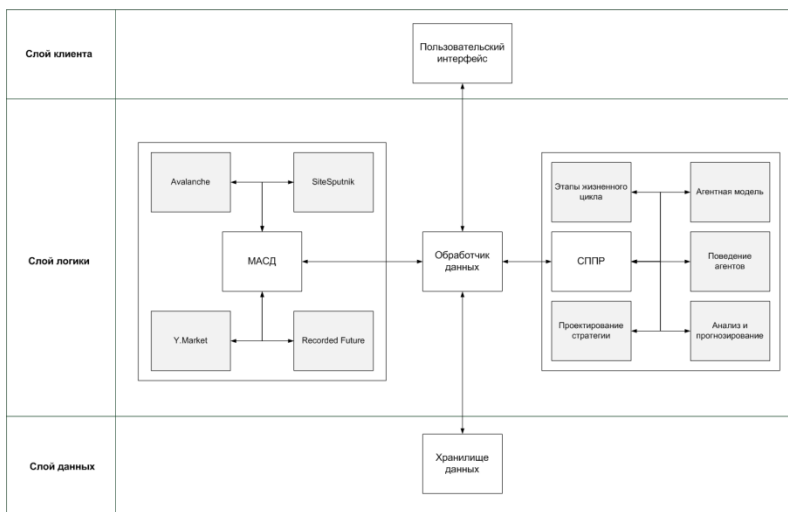


Рис. 5. Архитектура ПВК Competition

Система поддержки принятия решений (СППР) построена на основе модели глобальной конкуренции. СППР решает задачи проектирования оптимальной конкурентной стратегии, прогнозирования состояния отраслевых рынков и оценки показателей конкурентоспособности высокотехнологичной продукции на основных этапах жизненного цикла. Схема базы данных СППР представлена на рис. 6.

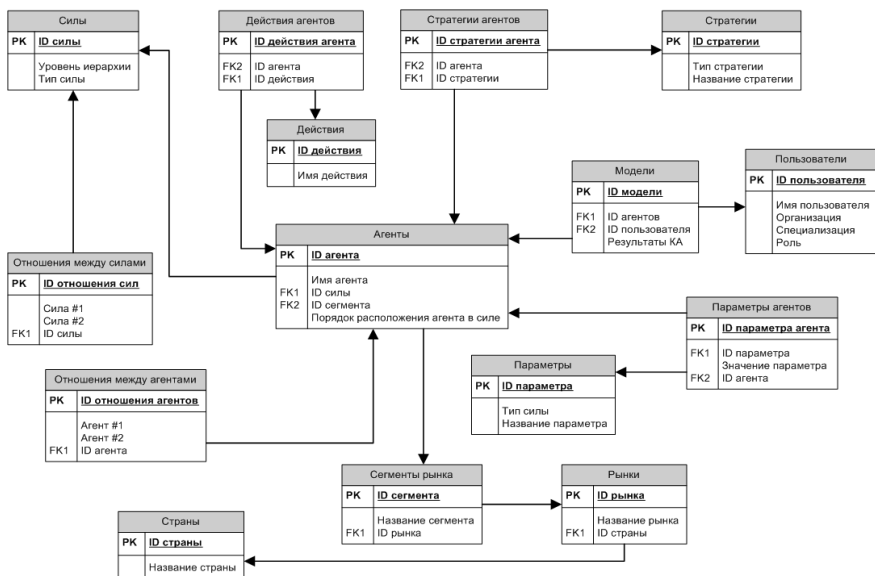


Рис. 6. Схема базы данных СППР

Для поддержки эффективной работы СППР необходимо располагать большим объемом релевантных данных. Накопление таких данных происходит с использованием разработанного модуля автоматизированного сбора данных (МАСД). Принципиальная схема работы СППР и МАСД, интегрированных в состав ПВК для проведения конкурентного анализа представлен диаграммой потоков данных (рис. 7).

Компоненты обработки данных в МАСД построены на основе ETL-процесса (Extract – Извлечение, Transform – Преобразование, Load – Загрузка). За сбор данных отвечают интегрированные в МАСД специальные программные средства с помощью разработанного API: система конкурентной разведки Avalanche, программа поиска, сбора, мониторинга и анализа информации SiteSputnik, а также сервис сравнения характеристик товаров и их цен Яндекс.Маркет.

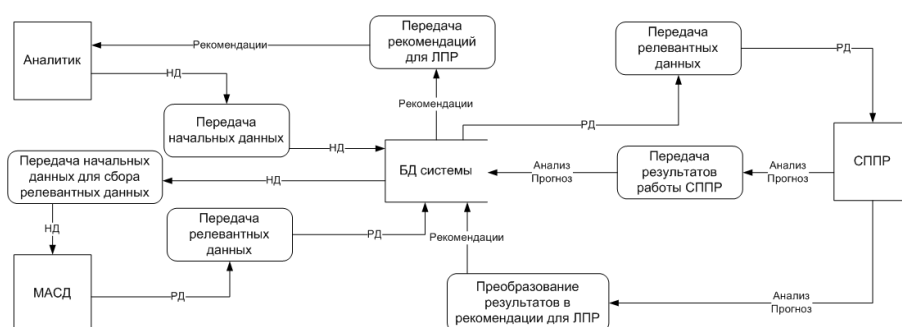


Рис. 7. Принципиальная схема работы ПВК Competition

В основе разработанного пользовательского интерфейса нашли отражение ключевые принципы построения информационной архитектуры. Интерфейс представлен формами ввода и вывода данных и состоит из основного блока (настройки параметров отраслевого рынка, добавление агентов, определение формата вывода данных и др.), блока построения модели глобальной конкуренции и блока редактирования характеристик и связей между агентами.

Разработанный программно-вычислительный комплекс был использован для проведения конкурентного анализа в трех системах аэрокосмической отрасли: а) летательных аппаратов как объектов авиационной техники; б) медицинских информационных систем, используемых в авиации и космонавтике; в) носимых и встраиваемых устройствах цифровой медицины.

Так, например, для системы объектов авиационной техники была построена модель ГДС глобальной конкуренции (рис. 8), состоящая из трех уровней иерархии:  $N_1$  – истребителей 5-го поколения (F-22 Raptor – США, ПАК ФА Т-50 – Россия, Chengdu J-20 – Китай),  $N_2$  – беспилотных летательных аппаратов (MQ-1 Predator – США, Скат – Россия, HERMES 1500 – Израиль) и  $N_3$  – микродирижаблей и аэростатов (Ирбис – Россия, Рысь – Россия, Гепард – Россия).

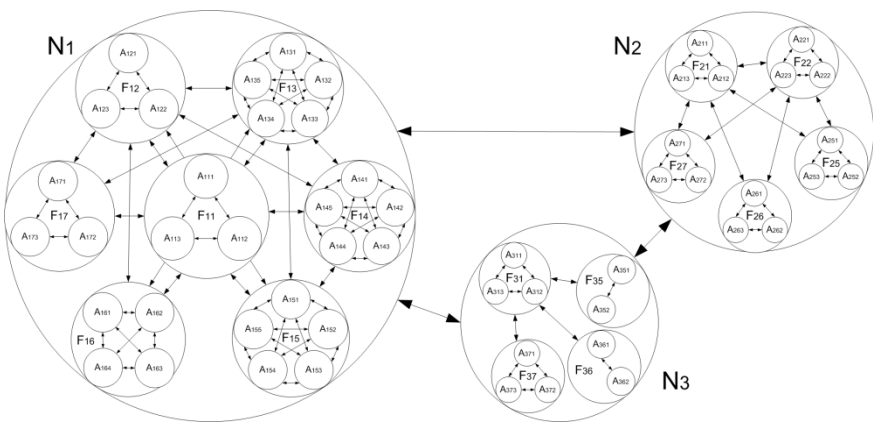


Рис. 8. Модель ГДС глобальной конкуренции в секторе ОАТ

Конкурентный анализ проводился для агента от компании производителя истребителя ПАК ФА Т-50. Данные для построения МГК были получены с помощью работы МАСД. Коэффициенты конкурентоспособности  $K_i$  (табл. 3) были получены на основе сравнения соответствующих числовых значений характеристик  $X_i, X_j$  для агентов:

- F-22 Raptor ( $A_{111}$ ), ПАК ФА Т-50 ( $A_{112}$ ), Chengdu J-20 ( $A_{113}$ ) – основные игроки на первом уровне иерархии;
- Скат ( $A_{121}/A_{211}$ ), MQ-1 Predator ( $A_{122}/A_{212}$ ), HERMES 1500 ( $A_{123}/A_{213}$ ) – товары-заменители на первом уровне иерархии и основные игроки на втором уровне иерархии;
- Ирбис ( $A_{221}/A_{311}$ ), Рысь ( $A_{222}/A_{312}$ ), Гепард ( $A_{223}/A_{313}$ ) – товары-заменители на втором уровне иерархии и основные игроки на третьем уровне иерархии.

Таблица 3.

Сравнение числовых значений характеристик ЛА основных игроков

	F-22	T-50	J-20	Скат	MQ-1	HERMES	Ирбис	Рысь	Гепард
Скорость	2400	2500	2500	800	217	305	10	12	7

(км/ч)									
Высота (км)	20	20	20	2.7	2.1	2.4	0.9	1	1
Полезная нагрузка (кг)	2000	2100	2000	600	512	450	25	150	300
Длительность полета (ч)	1.5	2	2	1	1	1	72	72	72
Дальность полета (км)	1650	2750	2750	400	110	150	360	432	252
$K_i$	0.66	0.9	0.9	9	8.2	7.9	193	189	200

В результате конкурентного анализа (рис. 9) показано, что наибольшую прибыль получит агент соответствующий американскому истребителю F-22; следом за ним идут T-50 и J-20. Наименее прибыльным может оказаться сектор производства микродирижаблей. Очевидно, что затраты на производство и стоимость ЛА в этом секторе сегодня существенно меньше затрат в секторах истребителей и БПЛА. Для ЛПР от компании производителя истребителя T-50 можно рекомендовать стратегию «бросающий вызов лидеру», которая предполагает расширение глобального спроса и направлена на поиск новых потребителей выпуска продукции, что потребует увеличения объема производства.

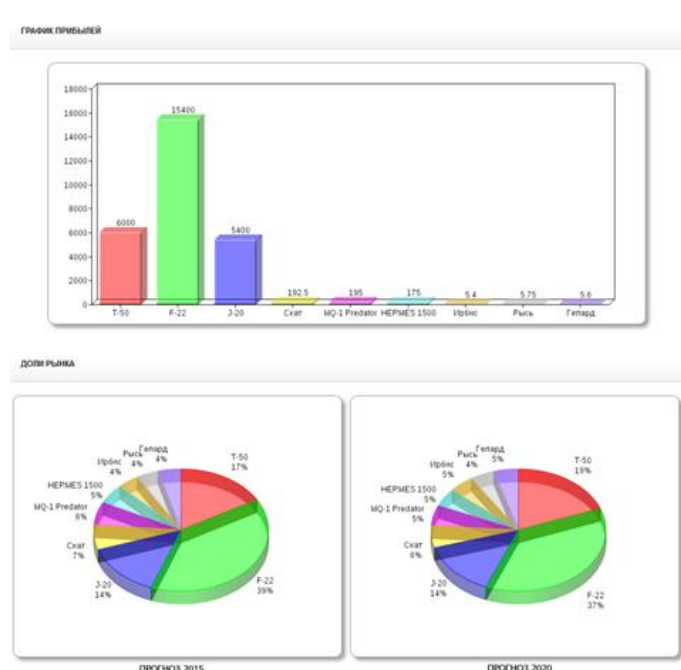


Рис. 9. Результаты конкурентного анализа в секторе летательных аппаратов

Результаты вычислительного эксперимента также показали, что для Т-50 возможен прирост доли рынка на 2%, что приведет к изменению соотношений для других игроков. Истребитель Т-50 может приблизиться к позициям своего основного конкурента F-22 и увеличит отрыв от J-20. Диаграммы также демонстрируют улучшение позиций в секторе микродирижаблей за счет ослабления позиций беспилотных летательных аппаратов. Подобные изменения объясняются тем, что рассматриваемые аэростаты и БПЛА частично пересекаются в своих практических областях использования: наблюдение, разведка, радиопередача и др. Однако, вследствие ценовых различий при их применении предпочтение может быть отдано более дешевым микродирижаблям.

Также в результате проведения конкурентного анализа в системе медицинских информационных систем, предназначенных для проведения врачебно-лётной экспертизы, разработаны рекомендации по повышению их конкурентоспособности, основанные на сборе и анализе показаний датчиков первичной информации с помощью технологии биологической обратной связи. В качестве таких датчиков могут использоваться устройства из системы носимых устройств микроэлектроники (НУМ и ВУМ). Эти рекомендации положены в основу создания медицинской информационно-аналитической системы – МИАС ЦифроМед.

**В заключении** подведены основные итоги работы, сформированы результаты, представляемые диссертантом к защите, и указаны направления дальнейших исследований.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Разработана методика анализа конкуренции в отрасли на основе следующих преобразований классической модели конкуренции: введены самоподобные иерархические рыночные подсистемы и новые силы конкурентной борьбы – комплементоры, инфлюенторы [4–9,11,12,16,22–29].
2. Разработана агентная модель глобальной конкуренции, включающая в себя предложенные автором модификации, а также – концептуальная схема применения модели на основных этапах жизненного цикла продукции: научно-техническом, технологическом, рыночном. Предложены методы проектирования конкурентной стратегии, прогнозирования состояния отраслевых рынков, количественной оценки показателей конкурентоспособности производителей высокотехнологичной продукции [4-6,9,11,12,21–29].

3. Разработан программно-вычислительный комплекс Competition, позволяющий ЛПР от промышленных 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 [4–14,16,19,20,23,24,26–29].
4. В результате работы программно-вычислительного комплекса Competition получены рекомендации по повышению конкурентоспособности медицинской информационно-аналитической системы ЦифроМед путем интеграции в состав системы модуля сбора и анализа показаний датчиков первичной информации – носимых устройств микроэлектроники с использованием технологии биологической обратной связи [1–3,15,17,18,22,23,25,30].

#### **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 "Экономика и менеджмент систем управления", №4.1(22), 2016 – С. 104-115.
5. Клёнов Е.А. Алгоритмы и программное обеспечение конкурентного анализа (на примере решения задач аэрокосмической отрасли) // Журнал «Труды МАИ». Выпуск №96, 2017 (в печати)
6. Клёнов Е.А., Масалович А.И. Алгоритмы и программное обеспечение конкурентного анализа (на примере решения задач аэрокосмической отрасли) // Журнал «Труды МАИ». Выпуск №83, 2017 (в печати)



## Публикации по теме диссертации в других изданиях

7. *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.
8. *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.
9. *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.
10. *Бабенко Е.А., Клёнов Е.А.* Автоматизация сбора данных в системе Competition // Материалы X Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2014), 25-31 мая 2014г., Алушта. - М.: Изд-во МАИ, 2014. - 624 С.: ил. – с. 456-458
11. *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.
12. *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.
13. *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.

14. *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. – С. 146-148.
15. *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.
16. *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.
17. *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.
18. *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
19. *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. – С. 5-7.
20. *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. – С. 7-9.
21. *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. – С. 5-7.
22. *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
23. *Клёнов Е.А.* Конкурентный анализ устройств цифровой медицины // Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы научных исследований», г. Иваново, 15 июня 2016 г. – Иваново: ИП Цветков А.А., 2016. – С. 7-10.
24. *Клёнов Е.А.* Моделирование и анализ конкуренции на всех этапах жизненного цикла инновационного продукта // Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы научных исследований», г. Иваново, 15 июня 2016 г. – Иваново: ИП Цветков А.А., 2016. – С. 10-13.
25. *Кленов Е.А., Кухтичев А.А., Скородумов С.В.* Конкурентный анализ интернет-вещей в отрасли цифровой медицины // Сборник трудов IX всероссийской научной конференции, 21-25 сентября 2016 года, г. Томск. – Томск: Томский государственный университет, 2016. – С. 451-454
26. *Клёнов Е.А.* Моделирование глобальной конкуренции с учетом влияния новых агентов отраслевого рынка // В трудах 16-ой международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2016)», 17-19 октября 2016 года, М.: ООО «Аналитик», 2016 – С. 309-314.

27. *Клёнов Е.А.* Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции в аэрокосмической отрасли // Материалы XX Юбилейной Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2017), 24-31 мая 2017 г., Алушта. – М.: Издательство МАИ, 2017. – С. 148-150.

**Наличие свидетельств о регистрации  
объектов интеллектуальной собственности**

28. *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.
29. *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.
30. *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 02.07.2016

Тираж: 100 экз. Заказ № 117, 1.25 п.л.

Отпечатано в типографии «CrossbillPrint»

г. Москва, Николопесковский переулок, 6, к. 1, ком. 30

(499) 212-6251 [www.klenov.pro](http://www.klenov.pro)