**Слайд 1**

Здравствуйте, уважаемые члены научно-технического совета. Тема моей диссертационной работы «Модели, алгоритмы и программное обеспечение конкурентного анализа (на примере решения задач аэрокосмической отрасли).

**Слайд 2**

Актуальность выбранной темы заключается в том, что для принятия оптимальных решений, лица принимающие решения должны располагать необходимой и достаточной информацией, а также иметь время для её обработки.

Принятие решений, как правило, происходит в условиях нехватки времени, что сказывается на качестве результата.

В настоящий момент существует множество подходов к решению задач конкурентного анализа с целью принятия решений, однако до настоящего времени не существует модели, отражающей современное состояние отраслевых рынков и позволяющей анализировать их во всей полноте.

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 основных этапах его жизненного цикла.

**Слайд 3**

Целью работы является разработка инструментария конкурентного анализа, то есть математического и программного обеспечения системы поддержки принятия решений на основе моделирования глобальной конкуренции на основных этапах жизненного цикла высокотехнологичного продукта аэрокосмической отрасли.

**Слайд 4**

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать теоретико-игровую модель конкурентного анализа на основе исследования конкуренции в аэрокосмической отрасли (на примере ОАТ, IoT, МИС), соответствующей современному состоянию отраслевых рынков – модели глобальной конкуренции.
2. Разработать алгоритмы поведения интеллектуальных агентов, прогнозирования состояния отраслевого рынка, выбора оптимальной стратегии компании аэрокосмической отрасли, методы количественной оценки конкурентоспособности высокотехнологичного продукта.
3. Разработать программно-аппаратный комплекс конкурентного анализа аэрокосмической отрасли для 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 архитектуры комплекса и, на ее основе, графический пользовательский интерфейс.

**Слайд 5-6**

В работе были получены следующие новые результаты:

1. Разработана модель глобальной конкуренции, которая отражает современное состояние отраслевых рынков. Модель отличается введением:
   * новой шестой силы – комплементоров;
   * самоподобных иерархических рыночных подсистем;
   * этапов жизненного цикла продукта – научно-технического, технологического и рыночного.
2. Разработаны математические методы:
   * проектирования конкурентной стратегии;
   * определяющие поведение интеллектуальных агентов;
   * прогнозирования состояния отраслевых рынков;
   * 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.
4. В результате работы системы Competition разработаны рекомендации по повышению конкурентоспособности МИС для проведения врачебно-летной 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 (МИАС) ЦифроМед.

**Слайд 7**

В рамках исследования рассматриваются методы системного и конкурентного анализа, в частности, метод анализа пяти сил М.Портера. Развивая теорию конкуренции, М.Портер описывает в своих работах методику для анализа отраслей и выработки стратегии компании производителя (высокотехнологичной) продукции. Он определил конкуренцию в отрасли как взаимодействие пяти основных сил: F1 – основных игроков, F2 – продуктов-заменителей, F3 – новых игроков, F4 – поставщиков, F5 – потребителей.

Впоследствии с развитием информационных технологий модель М.Портера оказалась неполной, требовались новые идеи для анализа конкуренции и выработки стратегии. К таким идеям относится концепция комплементоров {F6}, дополняющая кортеж сил (агентов) {F1,F2,F3,F4,F5}, А.Бранденбургера и Б.Нейлбаффа. Комплементоры – это неявные участники рынка, действия которых оказывают влияние на конкурентоспособность продукта и, как следствие, увеличивают или уменьшают прибыль компании. Комплементорами могут быть как непосредственные конкуренты, так и любые агенты рынка, приносящие пользу его участникам (например, удовлетворенные потребители, СМИ, социальные сети и пр.).

**Слайд 8**

Для проведения конкурентного анализа в работе были выбраны сле-дующие подсистемы 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 процедуру врачебно-летной экспертизы (ВЛЭ) для стационаров, поликлиник и амбулаторий, санаториев.

3. Устройства цифровой медицины – интернет-вещи (IoT) – носимые (НУМ), вживляемые (ВжУМ) и встраиваемые (ВсУМ) устройства микроэлекторники для контроля показателей жизнедеятельности (здоровья) авиаспециалистов.

Конкуренция в отрасли может быть представлена как **гиперкомплексная динамическая система** (ГДС), то есть как многоуровневый фрактальный нагруженный граф, вершинами которого являются элементы системы (игроки), а ребрами – взаимосвязи между ними. Ресурсами, перемещаемыми во времени по ребрам графа, являются продукция компании, комплектующие, финансовые средства и пр.

**Слайд 9**

Моделирование конкуренции проводится с использованием математического аппарата теории игр. Определим математическую модель конкуренции как кортеж элементов:



Здесь , , , , , – все они являются игроками в многошаговой некооперативной игре.

**Слайд 10**

Для проведения конкурентного анализа отрасли требуется:

1. Построить теоретико-игровую модель анализа конкуренции как гиперкомплексной динамической системы.
2. Разработать алгоритмы последовательного применения теоретико-игровой модели анализа конкуренции на основных этапах жизненного цикла продукта: научно-технического, технологического, рыночного.
3. Разработать алгоритмы взаимодействия интеллектуальных агентов, соответствующих действующим силам {F1,F2,F3,F4,F5,F6}.
4. Задать условия окончания процесса моделирования.
5. Задать требования к созданию инновационного продукта и разработать алгоритмы для достижения конкурентных преимуществ на основе экспертных оценок.

**Слайд 11**

Для анализа конкуренции в аэрокосмической отрасли используется модель олигополии О.Курно.

Следовательно, на рынке конкурируют производителей с известными объемами выпускаемой продукции , суммарный объем продаж задается функцией спроса, где . Рыночный спрос задан убывающей линейной функцией вида , где a – максимальный возможный спрос на продукцию, b – показатель изменения спроса от изменения цены. Тогда:

(2)

Прибыль каждого участника олигополии зависит от структуры предложения всех участников рынка и с точки зрения -го игрока выражается функцией . Тогда условием максимизации функции прибыли будет равенство нулю производной:

(3)

Предполагается, что уровень выпускаемой продукции компании не зависит от уровней выпускаемой продукции конкурентов, а соответственно, предполагаемые вариации принимаются равными нулю. Тогда прибыль выражается разностью между выручкой и издержками :

(4)

Условие (3) в этом случае принимает вид:

(5)

**Слайд 12**

**Утверждение 1.** Комплементоры, не являясь участниками конкурентной борьбы, оказывают влияние на конкурентоспособность выпускаемой игроками продукции и являются первой модификацией классической модели конкуренции, выступая как новая рыночная сила F6.

Взаимодействия сил {F1,F2,F3,F4,F5,F6} представлено ГДС-матрицей.

**Слайд 13**

**Утверждение 2.** В новом кортеже сил {F2,F3,F4,F5,F6} также имеет место конкуренция, которая приводит к новой структуре отраслевого рынка, в которой обнаруживается самоподобие и иерархичность рыночных подсистем, представленных здесь как вторая модификация классической модели конкуренции, расширенной до модели глобальной конкуренции – МГК (рис. 2).

**Слайд 14**

**Утверждение 3.** Методика конкурентного анализа позволяет анализировать качество и конкурентоспособность продукта на основных этапах жизненного цикла: 1) научно-техническом, 2) технологическом, 3) рыночном.

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

**Слайд 15**

Теоретико-игровая модель анализа конкуренции как ГДС описывает поведение системы интеллектуальных агентов и определяет взаимодействие между парой агентов набором функций , максимизирующих прибыль компаний и выполняющих операции перемещения ресурсов по ребрам графа с течением времени и учетом издержек .

Для учета влияния друг на друга интеллектуальных агентов (ИА), находящихся на разных уровнях иерархии, в работе предлагаются иерархические весовые коэффициенты , значения которых определяется с помощью экспертных оценок.

Таким образом, взаимодействие между парой агентов определяется соотношением , где в случае взаимодействия на одном иерархическом уровне. Значение может зависеть от следующих параметров ИА: тип агента (силы), существующие аналоги, статус агента вследствие действий комплементоров и пр. Для анализа действий отдельных агентов, например, в случае увеличения объема выпускаемой продукции или уменьшения издержек, задается набор функций . Список основных характеристик взаимодействия между парой агентов, а также действий отдельных агентов приведен в таблице.

**Слайд 16**

При построении модели задаются

1. Задаются функции спроса и предложения
2. Определяются игроки  и соответствующие им силы {Fk}.
3. Для каждого игрока определяется объем выпускаемой продукции и издержки .
4. Для каждого игрока определяется набор действий .
5. Задается период прогнозирования Т.

**Слайд 17**

За определенный период моделирования агенты выполняют набор действий соответствующих функциям и/или , с учетом действий других игроков. Набор действий ограничен ресурсами, выделяемыми компанией в рамках заданной стратегии и бюджета, а также временным интервалом. Одновременно могут выполняться несколько действий; возможен период бездействия и 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 при заданных ограничениях является последовательность

(6)

Полученный набор действий рассматривается здесь как одна из четырех основных конкурентных стратегий: 1) – лидер, 2) – бросающий вызов (лидеру), 3) – следующий за лидером, 4) – специалист.

**Слайд 18**

Для прогнозирования состояния отраслевого рынка вычисляется распределение долей рынка между основными игроками:

(7)

Здесь – это положение *i*-го игрока на рынке:

(8)

Где – это коэффициент конкурентоспособности, получаемый для каждого игрока в результате сравнения соответствующих числовых значений характеристик , продукта *i*-го игрока с остальными конкурентами . Таким образом:

(9)

(10)

Тогда выражение (8) принимает вид:

(11)

**Слайд 19**

Для достижения конкурентных преимуществ компании производителя высокотехнологичной продукции 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. Поскольку конкурентные преимущества предполагают наличие уникальных характеристик продукта, выгодно отличающих его от конкурентов, то при моделировании глобальной конкуренции необходимо вводить новые характеристики, которые определяются с использованием ТРИЗ и, в частности, методом экспертных оценок. Использование комплектующих, задающих такие характеристики на научно-техническом или технологическом этапах производства позволяет создавать инновационный продукт.

**Слайд 20**

В основе ПАК лежит трехуровневая архитектура – архитектурная модель, предполагающие наличие в нем трех компонентов: клиента (слой клиента – пользовательский интерфейс – технологии HTML, JavaScript, CSS), сервера приложений (слой логики – модуль автоматизированного сбора данных и система поддержки принятия решений – веб-сервер nginx, язык программирования Python, фреймворк Django, cjобщающиеся через интерфейс uWSGI) и сервера базы данных (слой данных – хранилище большого объема данных – MySQL).

В основу системы поддержки принятия решений (СППР) положена модель глобальной конкуренции.

Для поддержки эффективной работы СППР необходимо располагать большим объемом релевантных данных. Накопление таких данных происходит с использованием разработанного модуля автоматизированного сбора данных (МАСД).

Основные компоненты обработки данных в МАСД построены на базе 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.

**Слайд 21**

Принцип работы СППР и МАСД, интегрированных в состав ПАК для проведения конкурентного анализа показан в виде диаграммы потоков данных (DFD – Data Flow Diagram)

**Слайд 22**

Схема базы данных системы поддержки принятия решений представлена на слайде

**Слайд 23**

В основе разработанного пользовательского интерфейса (GUI – Graphical User Interface) лежат 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 пр.), блока построения модели глобальной конкуренции и блока редактирования характеристик и связей между агентами. Для блока построения МГК поддерживается функция масштабирования. Агенты, представляющие различные уровни иерархии маркируются уникальным цветом.

**Слайд 24**

Разработанный ПАК был использован для проведения конкурентного анализа в трех подсистемах аэрокосмической отрасли: объектов авиационной техники, медицинских информационных систем и устройств цифровой медицины.

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

Конкурентный анализ проводился для агента от компании «ОКБ Сухой» (истребитель ПАК ФА T-50). Данные для построения МГК были получены с помощью работы МАСД. Коэффициенты конкурентоспособности (табл. 3) были получены на основе сравнения соответствующих числовых значений характеристик , для агентов:

* F-22 Raptor, ПАК ФА T-50, Chengdu J-20 – основные игроки на первом уровне иерархии;
* Скат, MQ-1 Predator, HERMES 1500 – товары-заменители на первом уровне иерархии и основные игроки на втором уровне иерархии;
* Ирбис, Рысь, Гепард – товары-заменители на втором уровне иерархии и основные игроки на третьем уровне иерархии.

**Слайд 25**

На слайде представлена модель глобальной конкуренции для сектора ОАТ.

**Слайд 26**

В результате конкурентного анализа (рис. 8) было показано, что наибольшую прибыль получит агент соответствующий американскому истребителю F-22; следом за ним идут T-50 и J-20. Наименее прибыльным оказался сектор производства микродирижаблей. Это объясняется тем, что затраты на производство в этом секторе сегодня существенно меньше затрат в секторах истребителей и БПЛА. Для ЛПР от компании производителя истребителя ПАК ФА T-50 рекомендована стратегия «бросающий вызов лидеру», предполагающая расширение глобального спроса и направленная на поиск новых потребителей выпускаемой продукции, что в перспективе потребует увеличения объема производства.

**Слайд 27**

Результаты вычислений также показали, что для Т-50 возможен прирост доли рынка на 2%, что приведет к изменению соотношений для остальных игроков. Таким образом, Т-50 приблизится 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 летательный аппаратов. Подобные изменения объясняются тем, что рассматриваемые привязные аэростаты и БПЛА частично пересекаются в своих практических областях использования: наблюдение, разведка, радиопередача и пр. Однако, вследствие ценовых различий предпочтение может быть отдано более дешевым микродирижаблям.

**Слайд 28**

Также в результате проведения конкурентного анализа в подсистеме медицинских информационных систем, предназначенных для проведения врачебно-летной экспертизы, были 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 объекты из подсистемы носимых устройств микроэлектроники (НУМ, ВжУМ, ВсУМ). Данные рекомендации положены в основу создания медицинской информационно-аналитической системы ЦифроМед.

**Слайд 29-30**

Основные результаты, выносимые на защиту:

1. Предложены следующие модификации классической модели конкуренции: введение новой шестой силы – комплементоров, введение самоподобных иерархических рыночных подсистем, введение этапов жизненного цикла продукта – научно-технического, технологического и рыночного.
2. Разработана агентная модель глобальной конкуренции, включающая в себя предложенные модификации. Для определения характера взаимодействий между агентами используется аппарат теории игр. Предложен метод количественной оценки показателей конкурентоспособности производителей высокотехнологичной продукции.
3. Разработан программно-аппаратный комплекс Competition, позволяющий ЛПР 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. 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 информационно-аналитическая система ЦифроМед.

**Слайд 31**

Основные результаты исследования были опубликованы в 4 научных статьях в журналах, входящих в перечень ВАК

**Слайд 32-35**

В 18 статьях в сборниках и материалах конференций

**Слайд 36**

Также было получено 2 свидетельства о регистрации объектов интеллектуальной собственности. По работе имеется акт о внедрении.

**Слайд 37**

Спасибо за внимание! Ваши вопросы?