**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.

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.

Для применения модели и алгоритмов конкурентного анализа на практике, необходимо создание специального программно-аппаратного комплекса (ПАК), позволяющего проектировать оптимальную конкурентную стратегию, прогнозировать состояние отраслевых рынков и оценивать показатели конкурентоспособности высокотехнологичной продукции на основных этапах ее жизненного цикла.

**Слайд 3**

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.

**Слайд 4**

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; методы количественной оценки конкурентоспособности высокотехнологичного продукта.
3. Разработать программно-аппаратный комплекс решения задач конкурентного анализа для компании производителя высокотехнологичной продукции.

**Слайд 5-6**

В работе были получены следующие новые результаты:

1. Разработана модель глобальной конкуренции, отражающая актуальное в данный момент состояние отраслевых рынков. Модель отличается введением в игру новых сил/агентов: комплементоров – {} и инфлюенторов – {}, а также обладает свойством самоподобия иерархических рыночных 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-аппаратный 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-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 ЦифроМед.

**Слайд 7**

Классический анализ конкуренции в отрасли на основе теории взаимодействия пяти сил М.Портера ( – основных игроков, – продуктов-заменителей, – новых игроков, – поставщиков, – потребителей) преобразуется здесь за счет введения новых факторов конкурентной борьбы с учетом развития информационных технологий: силы – комплементоров, производящих дополняющую продукцию, а также, предложенной автором, новой силы – инфлюенторов, которые оказывают влияние на конкурентоспособность продукции и, как следствие, увеличивают или уменьшают прибыль компании. В роли инфлюенторов выступают, в частности, удовлетворенные потребители, социальные сети, СМИ и другие агенты рынка.

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

**Слайд 8**

В новом кортеже сил {,,,,,} 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 классической модели конкуренции, расширенной здесь до модели глобальной конкуренции – МГК (рис. 2).

**Слайд 9**

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

Здесь , где – множество агентов, являющихся игроками в многошаговой некооперативной игре. В роли агентов выступают компании, соответствующие силам, наследующие их свойства, и взаимодействующие между собой.

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. Ресурсами, перемещаемыми во времени по ребрам такого графа, являются: продукция компании, комплектующие, финансовые средства и др.

**Слайд 10**

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 производителей (основные игроки, продукты-заменители и новые игроки) с известными объемами выпуска продукции . Суммарный объем выпуска продукции задается функцией спроса, где . Рыночный спрос задается убывающей линейной функцией вида , где – максимальный возможный спрос на продукцию, – показатель изменения спроса в зависимости от изменения цены. Тогда:

(1)

Прибыль каждого участника олигополии зависит от структуры предложения всех участников рынка и с точки зрения -го игрока выражается функцией (2). Тогда условием достижения максимума функции прибыли будет равенство нулю производной:

(3)

Если объем выпуска продукции компании не зависит от объема выпуска продукции конкурентов, то вариации принимаются равными нулю, и прибыль определяется как разность между доходом и издержками:

(4)

условие (3) в этом случае принимает вид:

(5)

**Слайд 11**

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-летной экспертизы (ВЛЭ) для отраслевых стационаров, поликлиник и санаториев.
3. Устройства цифровой медицины – интернет-вещи (IoT) – носимые (НУМ) и встраиваемые (ВУМ) устройства микроэлекторники для контроля показателей жизнедеятельности (здоровья) авиаспециалистов.

**Слайд 12**

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 {,,,,,,}.
4. Определить условия окончания процесса моделирования.
5. Задать новые требования к созданию продукции и разработать алгоритмы для достижения конкурентных преимуществ, используя аппарат экспертного оценивания.

**Слайд 13**

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

Схема позволяет более глубоко провести конкурентный анализ, разбив его на этапы.

**Слайд 14**

Теоретико-игровая модель анализа конкуренции авиационной техники, представленная как ГДС, описывает поведение интеллектуальных агентов и определяет взаимодействие между парой агентов набором функций , максимизирующих прибыль компании производителя ОАТ и выполняющих операции движения ресурсов по ребрам графа во времени и с учетом издержек .

Для учета влияния друг на друга интеллектуальных агентов на разных уровнях иерархии модели глобальной конкуренции вводятся иерархические весовые коэффициенты , значения которых определяются с помощью экспертного оценивания.

Взаимодействие между парой агентов определяется соотношением , здесь в случае взаимодействия на одном иерархическом уровне. Значение 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 . Список основных характеристик взаимодействия между парой агентов, а также действий отдельных агентов представлен в таблице.

**Слайд 15**

При построении модели 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.

**Слайд 16**

За период моделирования агенты выполняют набор действий соответствующих функциям и/или , 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.

**Слайд 17**

Поскольку каждое действие агента направлено на максимизацию прибыли компании, то оптимальной стратегией компании при заданных ограничениях является последовательность шагов:

(6)

Полученный набор действий рассматривается здесь как одна из четырех возможных конкурентных стратегий: 1) – стратегия лидер, 2) – бросающий вызов лидеру, 3) – следующего за лидером, 4) – стратегия специализации.

**Слайд 18**

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

(7)

здесь – положение *i*-го игрока на рынке:

(8)

где – коэффициент конкурентоспособности задается для каждого игрока в результате сравнения соответствующих числовых значений характеристик , продукта *i*-го игрока с другими конкурентами .

Таким образом:

(9)

(10)

В результате выражение (8) принимает вид:

(11)

**Слайд 19**

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.

**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, cообщающиеся 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**

Схема базы данных системы поддержки принятия решений представлена на слайде

**Слайд 22**

Принципиальная схема работы СППР и МАСД, интегрированных в состав ПАК для проведения конкурентного анализа представлен диаграммой потоков данных

**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 др.), 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 программно-аппаратный 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, состоящая из трех уровней иерархии: N1 – истребителей 5-го поколения (F-22 Raptor – США, ПАК ФА T-50 – Россия, Chengdu J-20 – Китай), N2 – беспилотных летательных аппаратов (MQ-1 Predator – США, Скат – Россия, HERMES 1500 – Израиль) и N3 – микродирижаблей и аэростатов (Ирбис – Россия, Рысь – Россия, Гепард – Россия).

Конкурентный анализ проводился для агента от компании производителя истребителя 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 (A111), ПАК ФА T-50 (A112), Chengdu J-20 (A113) – основные игроки на первом уровне иерархии;
* Скат (A121/A211), MQ-1 Predator (A122/A212), HERMES 1500 (A123/A213) – товары-заменители на первом уровне иерархии и основные игроки на втором уровне иерархии;
* Ирбис (A221/A311), Рысь (A222/A312), Гепард (A223/A313) – товары-заменители на втором уровне иерархии и основные игроки на третьем уровне иерархии.

**Слайд 25**

На слайде представлена модель ГДС глобальной конкуренции для сектора ОАТ.

**Слайд 26**

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.

**Слайд 27**

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 летательный 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.

**Слайд 28**

Также в результате проведения конкурентного анализа в системе медицинских информационных систем, предназначенных для проведения врачебно-летной 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.

**Слайд 29-30**

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.
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.
3. Разработан программно-аппаратный 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. В результате работы программно-аппаратного 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.

**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 имеются акты о внедрении.

**Слайд 37**

Спасибо за внимание! Ваши вопросы?