

На правах рукописи

**Владимир Игоревич СОЛОВЬЕВ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Специальность

08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»  
(экономические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
доктора экономических наук**

Москва — 2011

Работа выполнена на кафедре математики и естествознания Института гуманитарного образования и информационных технологий.

**Официальные оппоненты:**

**Сергей Борисович ПЕРМИНОВ,**

доктор экономических наук,  
профессор

**Светлана Георгиевна БЫЧКОВА,**

доктор экономических наук,  
профессор

**Игорь Мелетиевич ПЕТРУШКО,**

доктор физико-математических наук,  
профессор

**Ведущая организация:**

**Учреждение Российской академии наук  
Институт проблем рынка РАН**

Защита диссертации состоится 6 июня 2011 г. в 15.00 на заседании диссертационного совета Д.002.013.01 при Центральном экономико-математическом институте РАН по адресу: 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47, к. 520.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЦЭМИ РАН по адресу: 117418, Москва, Нахимовский проспект, 47.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д.002.013.01,  
кандидат экономических наук



**А. И. СТАВЧИКОВ**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Эффективность и конкурентоспособность экономики страны, ее независимость от экономического положения в других странах существенно зависят от развития инновационных отраслей и рынка интеллектуальной собственности (ИС). В частности, одной из важнейших задач, поставленных в *Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации*, является развитие экономики России на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий.

Конкуренция на рынках ИС существенно отличается от конкуренции на рынках традиционных товаров. Связано это с особенностями интеллектуальных товаров, а именно с их нематериальностью, идемпотентностью и институтом защиты авторских прав.

Программное обеспечение (ПО) представляет собой интеллектуальный товар, но в значительной степени отличается от других интеллектуальных товаров — литературных текстов, музыкальных записей, видеофильмов и др.: ПО является не просто экономическим благом, оно может входить в интеллектуальный капитал организаций, являясь интеллектуальным средством труда.

Еще одно отличие ПО от других интеллектуальных товаров состоит в том, что оно не имеет потребительской ценности без комплектного материального продукта — аппаратного обеспечения (АО).

На рынке ПО появились и получают все большее распространение инновационные модели бизнеса, и в результате перед пользователями ПО во всем мире стоит актуальный вопрос, что выгоднее:

- приобрести лицензионный коммерческий программный продукт (ПП), например, операционную систему (ОС) *Microsoft Windows* или офисный пакет (ОП) *Microsoft Office*;
- бесплатно и легально использовать альтернативный некоммерческий ПП, свободно распространяемый через интернет (ОС *Linux*, ОП *OpenOffice*);
- воспользоваться ПП как услугой (ОС *Ghost*, ОП *Google Docs*);
- или же незаконно воспользоваться пиратской копией коммерческого ПП.

Соответственно, и производители ПО пытаются определить, какая модель бизнеса оптимальна в каждом конкретном случае:

- получение доходов от распространения лицензий на ПО;
- получение доходов от продажи подписок на приложения как услуги;
- получение доходов от демонстрации рекламы в ПП;
- бесплатное распространение ПО (даже, возможно, с открытыми исходными кодами) и получение доходов от оказания дополнительных услуг (по установке, настройке, технической поддержке и др.).

Как показывает практика, однозначного ответа на эти вопросы пока нет.

Особенности взаимодействия участников рынка ПО в настоящее время еще практически не исследованы, и **проблема математического моделирования (ММ) механизмов конкуренции на рынке ПО с учетом специфических особенностей товаров этого рынка** является актуальной.

Диссертация выполнена в соответствии с планами НИР по темам «ММ распространения инноваций» (2002—2005 гг.), «ММ экономики знаний» (2006—2010 гг.), проводимых кафедрой математики и естествознания НОЧУ ВПО «ИГУМО и ИТ» под научным руководством соискателя, а также в соответствии с планом работ по проекту «Разработка адаптивной системы формирования комплекса организационно-методического и программно-информационного обеспечения процесса обучения по специальности “Математические методы и исследование операций в экономике” — 061800 в условиях применения современных информационных технологий и индивидуализации подготовки специалистов» программы «Совершенствование преподавания социально-экономических дисциплин в вузах» Инновационного проекта развития образования, в котором соискатель выступал исполнителем двух разделов.

Работа была поддержана грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-3663.2009.6, а также грантом Москвы в области наук и технологий в сфере образования.

**Область исследования.** Исследование проведено в соответствии с содержанием п. 1.4 раздела «Область исследования» Паспорта специальности 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»: «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений».

**Объект исследования.** Объектом исследования является рынок ПО и его участники — предприятия, организации и физические лица.

**Предмет исследования.** Предметом исследования выступают механизмы взаимодействия участников рынка ПО:

- распространение продуктов;
- формирование спроса и предложения;
- выбор модели бизнеса;
- ценообразование;
- конкуренция;
- появление на рынке новых участников;
- выбывание с рынка участников, потерпевших поражение в конкурентной борьбе, и др.

**Цель исследования.** Целью исследования является разработка и анализ комплекса математических моделей взаимодействия участников рынка ПО для определения оптимальных стратегий их поведения.

**Задачи исследования.** В соответствии с поставленной целью в работе были сформулированы и решены следующие теоретические и практические задачи:

- определение основных свойств ПО как товара;
- разработка статических и динамических математических моделей взаимодействия разработчиков ПО, производителей АО, пользователей и пиратов;
- исследование механизмов взаимодействия участников рынка ПО с помощью построенных моделей;

- разработка правил принятия оптимальных решений по выбору модели бизнеса на рынке ПО с учетом возможности открытого распространения части продуктов, предложения ПО как услуги и выпуска новых версий существующих ПП;
- сравнение полученных результатов с реальными статистическими данными о рынке ПО.

**Степень научной разработанности проблемы.** История ММ конкуренции начинается с работ А. Курно, Г. фон Штакельберга, Л. Вальраса, Ж. Бертрана, К. Эрроу, Дж. Нэша и других классиков экономико-математической науки.

Современные модели конкуренции на отраслевых рынках, в основном, разработаны в соответствии с заложенными классиками традициями: абсолютное большинство моделей конкуренции производителей с и м м е т р и ч н ы в том смысле, что рассматривают конфликты участников рынка, каждый из которых максимизирует свою прибыль.

Монополия и симметричная дуополия исследованы на сегодняшний день достаточно глубоко. Например, в работах Л. Е. Варшавского построена динамическая модель дуополии, которая учитывает не только динамику конкуренции, но и динамику производства. С помощью этой модели были предложены методы и алгоритмы государственного регулирования инвестиционной и инновационной деятельности для управления динамикой конкуренции, получены условия сосуществования дуополистов на рынке и вытеснения одним дуополистом другого.

Однако современный рынок ПО характерен своей а с и м м е т р и е й: одни участники максимизируют свои доходы от распространения ПО, а другие — нет.

Практические результаты работ В. Л. Макарова, В. А. Васильева, В. И. Данилова, А. Н. Козырева, Г. А. Кошевого и А. И. Сотскова по о б щ е й т е о р и и э к о н о м и ч е с к о г о р а в н о в е с и я оправдывают ценовую дискриминацию на рынках ИС и обосновывают существование эффективного равновесия на таких рынках.

Например, в работах А. Н. Козырева модели двухэтапного ценообразования с дифференцированной ценой входа на рынок для потребителя применены к интерпретации идей теории прав собственности и уточнению некоторых ее выводов применительно к оценке объектов ИС. В частности, А. Н. Козырев показал, что сочетание двухкомпонентного тарифа с ценовой дискриминацией нивелирует эту дискриминацию.

Такие модели хорошо описывают рынки предоставления патентов, информационных и информационно-технологических услуг, когда потребители вначале платят некоторую сумму за вход на рынок и право пользоваться услугами по цене предельных издержек, а затем оплачивают собственно услуги по цене предельных издержек (например, вначале пользователь платит за подключение к интернету, а затем оплачивает использованный трафик).

Применение подобной схемы к ценообразованию на рынке ПО сводится к тому, что вначале пользователь приобретает ПП, а затем платит по цене предельных издержек за техническую поддержку (ТП) или обновления этого ПП. Однако на рынке ПО распространение продуктов представляет гораздо больший интерес, чем оказание ТП или рассылка обновлений. Поэтому ММ конкуренции на рынке ПО требует развития.

Абсолютное большинство работ по ММ конкуренции на рынке ПО посвящено исследованию процессов т е н е в о г о р а с п р о с т р а н е н и я н е л е г а л ь н ы х

копий лицензионных коммерческих ПП. Здесь, прежде всего, стоит отметить работы М. Гивона, П. Деванбю, А. Н. Козырева, В. Махаджана, Е. Мюллера, С. А. Середы и С. Стаблбайна.

Конкуренция коммерческого и некоммерческого ПО до настоящего времени в основном рассматривалась с позиции потребителя, а не производителя (среди таких исследований потребительского выбора нужно отметить работы Д. Ли и Х. Мендельсона).

Исследование конкуренции коммерческого и некоммерческого ПО, проведенное автором, в значительной степени базируется на работе Р. Касадесуса-Масанелла и П. Гемавата, которые представили в 2006 г. первую динамическую модель конкуренции между коммерческим ПП *Microsoft Windows* и его некоммерческим аналогом *Linux*.

Также были существенно использованы результаты Х. Р. Вэриана, П. Гемавата, Д. Йоффе, Р. Касадесуса-Масанелла, Е. Катзамакаса, М. Л. Каца, Б. Нейлбуффа, Дж. Фаррелла, К. Шапиро и Н. Экономайдса в области сетевой экономики; методология «мягкого» моделирования, обобщенная В. И. Арнольдом; теоретические основы экономики знаний, разработанные П. Друкером, В. Л. Макаровым, Г. Б. Клейнером, А. Е. Варшавским, Л. Е. Варшавским, А. Н. Козыревым, Б. З. Мильнером, С. Б. Перминовым, В. В. Радаевым, Д. Е. Сорокиным и Э. Я. Шейниным, а также методология оценки конкурентоспособности, развитая в трудах П. Друкера, Ф. Котлера, М. Портера, Г. Л. Азоева, О. В. Аристова, С. Г. Бычковой, О. С. Виханского, Г. Я. Гольдштейна и А. Ю. Юданова.

**Методология и методика исследования.** Теоретическую и методологическую основу работы составили исследования в области математической экономики, методов оптимизации и математической теории оптимального управления (ОУ), теории игр и теории отраслевых рынков, экономики знаний, теории инноваций и научно-технического прогресса, неоинституциональной экономики и теории прав собственности.

Модели сотрудничества и конкуренции разработчиков ПО с производителями АО представляют собой кооперативные непрерывные игры. В этих моделях найдены ситуации равновесия (Нэша, Курно, Штакельберга) либо доказано их отсутствие.

Динамическая модель смешанной дуополии производителей коммерческого и некоммерческого ПО является обобщением модели Касадесуса-Масанелла — Гемавата. В предположении линейного роста рынка, наличия теневого распространения нелегальных копий и ненулевых издержек по обеспечению ТП методами теории ОУ определены оптимальные ценовые стратегии производителя коммерческого ПО, а также условия сосуществования коммерческого и некоммерческого ПП на рынке и вытеснения одним конкурентом другого.

Модель взаимодействия производителей и пользователей коммерческого ПО в условиях существования рынка нелегальных (пиратских) копий представляет собой биматричную игру, в которой найдено решение Нэша.

Модель открытого распространения части ПП и модель производства ПО как услуги представляют собой задачи нелинейной оптимизации, в которых найдены оптимальные решения.

Модель стратегических решений производителей АО и ПО о выпуске новых версий представляет собой многошаговую биматричную игру, в которой найдены ситуации, оптимальные по Парето.

Для реализации статистического анализа рынка ПО использовался ПП *Microsoft Excel*.

Большинство построенных моделей являются «мягкими» в том смысле, что полученные с их помощью результаты носят общий характер при довольно широких классах используемых функций.

**Информационная база.** Информационную базу исследования составили данные о рынке ПО и его участниках, опубликованные в открытой печати, в том числе на официальных сайтах исследовательских компаний *Gartner* и *IDC*, альянса *BSA*, а также производителей и распространителей ПО и АО.

**Научная новизна.** Научная новизна работы заключается в разработке и исследовании комплекса экономико-математических моделей поведения участников рынка ПО с учетом не только известных свойств ПП как интеллектуальных товаров, но также свойств ПО, отличающих его от других интеллектуальных товаров, и получении с помощью построенных моделей конкретных практических выводов о динамике конкуренции, конкурентном равновесии и оптимальных стратегиях поведения участников рынка ПО.

**Положения, выносимые на защиту.** Соискателем получены и выносятся на защиту следующие новые научные результаты:

- в работе выявлены основные свойства ПП, выделяющие их среди других интеллектуальных товаров и определяющие инновационные модели бизнеса на рынке ПО; помимо нематериальности, идемпотентности и наличия института защиты авторских прав, которые присущи любым интеллектуальным товарам, важнейшими свойствами ПО являются невозможность его использования без комплементарного материального продукта — АО — и способность ПО выступать в качестве интеллектуального средства труда;
- в отличие от известных моделей взаимодействия монопольного разработчика коммерческого ПО с монопольным производителем АО, а также монопольного разработчика коммерческого ПО с двумя конкурирующими производителями АО, в моделях, представленных в работе, рассмотрено предложение двух типов АО, коммерческого ПО, его пиратских копий и некоммерческих аналогов, с помощью построенных моделей определено равновесное разделение рынка ПО между пользователями лицензионных копий коммерческих ПП, их пиратских копий и некоммерческих заменителей, равновесные значения цен всех продуктов и прибыли всех участников рынка;
- в отличие от известных моделей оценки ущерба от пиратства на рынке коммерческих ПП и их пиратских копий, предлагаемых независимо от АО, в данной работе построена модель рынка композитных продуктов, состоящих из АО и ПО, на котором предлагаются два типа АО, коммерческое и некоммерческое ПО, и проведено сравнение равновесных объемов рынка, цен продуктов и прибыли производителей при наличии и отсутствии предложения пиратских копий коммерческого ПО, позволившее установить, что пиратство приводит к снижению равновесных цен АО и коммерческого ПО, увеличению числа их пользователей, увеличению прибыли разработчика коммерческого ПО и снижению прибыли производителей АО;

- в отличие от известных моделей, в которых ценовой лидер может обеспечить себе существенно более высокую, чем в равновесии Курно, прибыль при одновременном снижении прибыли ведомого, в данной работе показано, что на рынке двух типов АО, коммерческого и некоммерческого ПО применение стратегии ценового лидерства производителем более дорогого АО не приводит к существенным изменениям прибыли участников рынка, применение стратегии ценового лидерства производителем более дешевого АО приводит к уменьшению его прибыли по сравнению с тем, как если бы он выступал ведомым, а производитель коммерческого ПО не может выступать ценовым лидером, поскольку функции реакции обоих производителей АО не зависят от цены коммерческого ПО;
- с помощью разработанной динамической модели смешанной дуополии производителей коммерческого и некоммерческого ПО с учетом линейного роста рынка показано, что в отличие от известных результатов (состоящих в том, что некоммерческий ПП ни при каких условиях не может вытеснить с рынка коммерческий ПП и может сосуществовать на рынке одновременно с аналогичным коммерческим ПП тогда и только тогда, когда склонность пользователей к обучению некоммерческому ПП достаточно высока), при достаточно большой доле пиратства или достаточно больших издержках по оказанию ТП коммерческий ПП может покинуть рынок независимо от ценовой стратегии его разработчика;
- в отличие от известных моделей поведения производителей ПО, пользователей и пиратов независимо друг от друга и моделей взаимодействия производителей ПО либо государства с пиратами, позволяющих рассмотреть предложение пиратских копий ПП как механизм ценовой дискриминации, определить условия выгоды незаконного копирования ПП, а также оценить ущерб, наносимый пиратством, предложенная в работе модель взаимодействия производителя коммерческого ПО с пользователями в условиях существования рынка пиратских копий позволяет экономически обосновать нерациональность проведения разработчиком коммерческого ПО проверок легальности использования ПП;
- построенная в работе модель принятия производителем ПО решений по открытому распространению части продуктов, состоящих из ядра, расширений и дополнительных услуг, отличающаяся от известных моделей, в которых предполагается, что весь ПП может распространяться либо в закрытом виде на коммерческой основе, либо в открытом виде на некоммерческой основе, позволила доказать нерациональность распространения полностью закрытого продукта даже на монопольном рынке, а также сформулировать правила выбора оптимального способа распространения ПП при различных соотношениях между уровнем зависимости спроса на расширения от инновационной активности их пользователей и уровнем дополнительного сервиса;
- в отличие от известных моделей, предполагающих, что производитель ПО может получать доходы либо от распространения платного ПП, свободного от рекламы, либо от размещения рекламы в бесплатном ПП, с помощью предложенной модели распространения ПО как услуги, учитывающей также возможности размещения рекламы в платном ПП и одновременного предложения платного и бесплатного ПП, обоснована неэффективность распространения только плат-



ных ПП (как без размещения рекламы, так и с ее размещением), а также сформулированы правила выбора оптимального способа распространения ПП в зависимости от их потребительской ценности и цены рекламного показа;

- в отличие от существующих моделей смены технологий, в которых рассматривается рынок одного постоянно улучшаемого продукта, в данной работе построена многошаговая модель, в которой на каждом шаге и производитель АО, и разработчик комплементарного ПО могут принять или не принять решение о выпуске нового поколения своих продуктов; с помощью разработанной модели доказано, что оптимальные моменты выпуска новых версий ПО не всегда совпадают с оптимальными моментами выпуска новых поколений АО.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов обеспечивается их получением путем построения экономически обоснованных математических моделей и корректного использования математических методов при исследовании этих моделей. Основные положения работы сформулированы в виде утверждений и доказаны. Результаты соответствуют статистическим данным, частные случаи совпадают с наблюдениями и известными результатами.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.** Разработанные статические и динамические математические модели расширяют понимание закономерностей взаимодействия участников рынка ПО и других рынков интеллектуальной продукции, развивают область ММ рынка ПО и других рынков, специфичных для экономики знаний.

Результаты работы могут быть использованы:

- предприятиями — участниками рынка ПО при принятии решений о входе на рынок, выборе модели бизнеса и способа использования авторских прав на ПП, ценообразовании, выходе с рынка, анализе ущерба, наносимого пиратами, и т. п.;
- государственными органами, регулируемыми рынки интеллектуальных товаров, при принятии соответствующих решений;
- консалтинговыми компаниями в процессе консультирования участников рынка ПО;
- научными организациями при разработке экономико-математических моделей рынков интеллектуальных товаров;
- учебными заведениями при подготовке и переподготовке кадров для экономики знаний.

**Апробация результатов исследования.** Содержание работы обсуждалось на заседании семинара «Компьютерное и математическое моделирование экономики и общества» ЦЭМИ РАН (2010 г.), заседании кафедры математики и естествознания НОЧУ ВПО «ИГУМО и ИТ» (2010 г.) и заседании кафедры прикладной математики ГОУ ВПО «ГУУ» (2009 г.).

Основные и промежуточные результаты исследования докладывались и обсуждались на Международных научных конференциях «Актуальные проблемы управления» (Москва, 1997—2010 гг.), «Современные информационные технологии в профессиональном образовании» (Москва, 2000 г.), «Математическое моделирование социальной и экономической динамики» (Москва, 2004, 2007 гг.), «Математические методы в технике и технологиях» (Казань, 2005 г.; Саратов, 2008; 2010 гг., Псков, 2009 г.), «Конкурентоспособность в условиях информационного общества: Опыт стран БРИК» (Моск-

ва, 2008 г.), «Институциональная экономика: Развитие, преподавание, приложения» (Москва, 2009 г.), «Инновационное развитие российской экономики» (Москва, 2009 г.), «Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению “Прикладная информатика” для инновационной экономики» (Москва, 2009 г.), Международных конференциях Всемирной ассоциации бизнеса и технологий «Эволюционное и революционное развитие в мировой экономике знаний: Усиление инновационности и конкурентоспособности во всем мире» (Мадрид, Испания, 2008 г.), «Бизнес-стратегии и технологические инновации для обеспечения устойчивого развития: Обеспечение глобального процветания человечества» (Прага, Чехия, 2009 г.), «Разработка инновационных решений постоянно возникающих проблем в глобальной бизнес-среде: Мульти-, меж- и трансдисциплинарный подход к созданию и поддержанию конкурентоспособного развития организаций» (Мпумаланга, ЮАР, 2010 г.), Международных конференциях по управленческим и инженерным наукам (Лонг Бич, США, 2008 г.; Москва, 2009 г.), Международной конференции по исследованию операций «Освоение сложности» (Мюнхен, Германия, 2010 г.), 7-й Международной конференции по вычислительному менеджменту (Вена, Австрия, 2010 г.), 9-й конференции Международной федерации ассоциаций менеджмента Восточной Азии «Модернизация экономики и развитие менеджмента» (Москва, 2008 г.), 6-й Международной конференции по управлению технологическими изменениями «Устойчивое развитие с помощью технологических изменений» (Александрополис, Греция, 2009 г.), 3-й Международной конференции «Вызовы современной экономики, основанной на знаниях» (Альба Юлия, Румыния, 2009 г.), 3-й Международной научной конференции «Современный менеджмент: Проблемы, гипотезы, исследования» (Москва, 2010 г.), Международном семинаре «Перспективные исследования и тенденции развития бухгалтерского учета, аудита и финансов» (Альба Юлия, Румыния, 2010 г.), Международном семинаре «Финансы» Международной академии преподавателей менеджмента (Блед, Словения, 2007 г.), Совместной международной встрече Ассоциации латиноамериканских обществ исследования операций и Института исследования операций и управленческих наук (Буэнос-Айрес, Аргентина, 2010 г.), 11-м Всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 2010 г.), Всероссийских симпозиумах по прикладной и промышленной математике (Сочи, 2000 г.; Самара, 2001 г.; Кисловодск, 2004 г.), 7-й Всероссийской школе-коллоквиуме по стохастическим методам (Сочи, 2000 г.), Российском научном симпозиуме «Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов» (Нарофоминск, 2000 г.), Междисциплинарной научной конференции «Нелинейный мир» (Нижний Новгород, 2005 г.), ряде межвузовских научно-практических конференций (Москва, 2000—2010 гг.), московском научном семинаре «Математические методы исследования сложных систем, процессов и структур» (Москва, 1999 г.), а также на научных семинарах кафедры математики и естествознания НОЧУ ВПО «ИГУМО и ИТ» (Москва, 2002—2010 гг.) и кафедры прикладной математики ГОУ ВПО «ГУУ» (Москва, 1997—2010 гг.).

**Внедрение результатов исследования.** Ряд результатов, полученных в работе, внедрен в практическую деятельность Российского представительства корпорации *Intel* (2010 г.), ООО «Вега-Инфо» (2009 г.), ГОУ ВПО «ГУУ» (2009 г.) и НОЧУ ВПО «ИГУМО и ИТ» (2009 г.).

**Публикации по теме исследования.** Основные результаты исследования опубликованы в 3 монографиях, 15 статьях в журналах, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук, 21 публикации в других российских изданиях, 4 статьях в зарубежных реферируемых изданиях, включенных в системы цитирования, и 9 публикациях в прочих зарубежных реферируемых изданиях.

Общий объем публикаций соискателя по теме исследования составляет более 95 п. л., из которых лично соискателю принадлежит более 55 п. л.

Из совместных публикаций в диссертацию включен лишь тот материал, который непосредственно принадлежит соискателю.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов и списка использованной литературы. Основной текст работы составляет 272 с., включает 13 таблиц и 12 рисунков. Список использованной литературы содержит наименования 203 трудов отечественных и иностранных авторов.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Первая глава** посвящена исследованию современного рынка ПО как рынка инноваций и знаний, в этой главе выявляются основные свойства ПО как товара, описываются модели бизнеса на рынке ПО, коммерческие и некоммерческие механизмы распространения ПО, а также обсуждается статистика современного рынка ПО.

На сегодняшний день существуют следующие **инструменты распространения коммерческого ПО**:

- *традиционные лицензионные соглашения (ЛС);*
- *коробочные (оберточные) ЛС, напечатанные на упаковке продукта (или размещенные на сайте, с которого пользователи скачивают продукт), представляющие собой разновидность договора оферты (к которой покупатель присоединяется, вскрыв упаковку или завершив скачивание копии продукта с сайта); этот вид ЛС был введен в практику в 70-х гг. XX в. корпорацией *Microsoft* и получил наиболее широкое распространение;*
- *договоры аренды, по которым ПО остается в собственности производителя, а потребитель получает право пользования ПП в течение оговоренного срока;*
- *подписки на обновления, когда потребитель приобретает право пользования постоянно развивающимся ПП, а также право на периодическое получение очередных версий и обновлений продукта; такой способ наиболее удобен для распространения антивирусов, бухгалтерских пакетов, а также справочных правовых систем;*
- *частично бесплатное ПО — такая форма предполагает, что часть пользователей, например, студенты и школьники, могут пользоваться ПП бесплатно, а остальные пользователи обязаны приобретать лицензии на возмездной основе;*
- *условно бесплатное ПО, когда пользователю предлагается версия продукта, ограниченная по возможностям, сроку действия или версия со встроенным напоминанием о необходимости оплаты использования ПП, и пользователь имеет возможность перейти к использованию полной версии после платной регистрации.*

Массовое производство и распространение персональных компьютеров привело к появлению большого числа пользователей, не располагающих бюджетами для разработки ПО по индивидуальным проектам, но при этом предъявляющих к ПО схожие требования и готовых к приобретению массовых стандартных ПП. В результате разработчики ПО в существенной степени потеряли контроль над его распространением ввиду большого числа пользователей. Прогресс в технологиях передачи данных, появление высокоскоростных каналов связи и глобализация сетей передачи данных существенно расширили возможности пользователей по обмену ПП и расширили масштабы незаконной передачи копий ПП — *компьютерного пиратства*.

Принципиальная возможность приобретения пиратских копий ПП влечет не соответствие деятельности производителя коммерческого ПО целям его функционирования: производитель вынужден изобличать незаконных пользователей и привлекать их к ответственности, на что приходится отвлекать от основной деятельности — производства ПО — довольно значительные ресурсы (либо мириться с нелегальным использованием ПП).

Как справедливо отмечено П. Друкером, любое несоответствие является потенциальным источником инновации. Результатом отмеченного несоответствия стало появление на рынке ПО инновационных — *некоммерческих* — форм распространения продукции:

- *свободного ПО*;
- *ПО с открытым кодом*;
- *ПО как услуги*, когда поставщик разрабатывает веб-приложение и самостоятельно управляет им, предоставляя заказчикам доступ к ПО через интернет.

В диссертации под *некоммерческим ПО* понимается и ПО с открытым кодом, и свободное ПО.

На сегодняшний день наиболее ярким представителем некоммерческого ПО является ОС *Linux*, конкурирующая со своим коммерческим аналогом *Microsoft Windows* (например, на рынке серверных ОС каждая из этих ОС занимает примерно по 40%).

Товары рынка ПО представляют собой *знания*, а на формирование и функционирование рынка знаний влияют следующие особенности, принципиально отличающие знания (как *интеллектуальные товары*) от других товаров:

- *нематериальность* (т.е. их физическая неосвязаемость, которая влечет за собой сложность в оценке себестоимости разработки таких товаров);
- *идемпотентность* (которая понимается в алгебраическом смысле: два одинаковых интеллектуальных товара полностью эквивалентны одному такому товару, т.е. знание, будучи однажды создано, может, не теряя своих свойств, использоваться многократно одним или многими потребителями);
- наличие (или отсутствие) *института защиты авторских прав*, призванного обеспечить гарантии того, что интеллектуальный товар можно купить только у его правообладателя.

Основное отличие ПО от других интеллектуальных товаров — литературных текстов, музыкальных записей, видеофильмов и др. — состоит в том, что ПО является не просто экономическим благом, оно может входить в

интеллектуальный капитал организаций, являясь интеллектуальным средством труда.

Кроме того, потребительская ценность других интеллектуальных товаров заключена, в первую очередь, в их содержании, а не в форме. Например, литературное произведение имеет для потребителей приблизительно одинаковую ценность независимо от того, предлагается ли оно в форме печатной книги, электронной книги, или же в форме воспроизведения текста в радиопередаче; ценность художественного фильма примерно одинакова для потребителей, посмотревших его трансляцию по телевидению, воспроизводящих его запись на собственном видеоплеере и побывавших на его показе в кинотеатре. То же самое можно сказать и про музыкальные произведения. В этом отношении ПО от других интеллектуальных товаров существенно отличается. Оно является комплементарным товаром к АО и не может быть использовано без АО. Помимо этого, важна форма представления ПП, например, распечатка его двоичного машинного кода на бумажном носителе или чтение машинного кода вслух не несет никакой ценности для потребителей в отличие от представления этого ПП в электронной форме.

Классические модели конкуренции на отраслевых рынках, восходящие к А. Курно, Г. фон Штакельбергу, Л. Вальрасу, Ж. Бертрону и их последователям, не отражают указанные свойства ПО и потому не вполне пригодны для ММ рынка ПО.

Первая глава продолжается статистическим исследованием современного рынка ПО. Приводятся статистические данные компании IDC, свидетельствующие о том, что в 2009 г. коммерческое ПО занимало в разных странах 35—45% рынка, некоммерческое ПО — 12—22% рынка, оставшиеся 43% рынка были заняты пиратскими копиями коммерческого ПО.

Далее проводится корреляционный анализ динамики деления рынка ОС между конкурентами в 1994—2003 гг., результаты которого показывают, что доли рынка, занимаемые ОС *Windows* и *Linux*, находятся между собой в сильной прямой корреляционной связи, при этом доли рынка, занимаемые *Windows*, и *Linux*, находятся в сильной обратной корреляционной связи с долями *Novell*, *Unix* и других ОС.

Проведенный анализ данных о числе инсталляций ОС *Linux* в 1998—2007 гг. демонстрирует их среднегодовой темп прироста на уровне 10%.

Затем обсуждаются статистические данные о расходах потребителей и доходах производителей на рынке информационных технологий. В частности, анализ данных об объемах продаж ведущего производителя коммерческого ПО — корпорации *Microsoft* — и ведущих производителей АО — корпораций *Intel* и *AMD* — за 2001—2010 гг. позволяет заключить, что в среднем объем продаж *Microsoft* в 1,29 и 9,17 раза превышает объемы продаж соответственно *Intel* и *AMD*, а объем продаж *Intel* в среднем в 7,19 раза больше, чем объем продаж *AMD*.

После этого обсуждается статистика пиратства. Наименьший уровень пиратства зафиксирован в США — около 20%. В Российской Федерации за период с 2003 по 2009 г. уровень пиратства существенно снизился (с 87% до 67%), но продолжает оставаться относительно высоким по сравнению с США, Японией и Западной Европой.

Отмечается высокая конкуренция коммерческого и некоммерческого ПО на рынке серверных продуктов (серверных ОС, веб-серверов и т. п., где коммерческие и некоммерческие продукты делят рынок приблизительно поровну),

поскольку пользователи этих продуктов — системные администраторы и профессиональные программисты — способны полноценно использовать возможности изучения и модификации открытого кода; при этом на рынке клиентских продуктов пользователи, как правило, не ощущают преимуществ от использования открытого кода, поскольку, не обладая квалификацией разработчика, невозможно ни разобраться в «устройстве» продукта, ни модифицировать его под свои нужды (так, например, число инсталляций свободного ОП *OpenOffice* намного меньше числа инсталляций его коммерческого аналога — *Microsoft Office*).

**Во второй главе** проведен анализ современных подходов к ММ процессов распространения инноваций и конкуренции на рынке инноваций, показавший, что рынок ПО, существенно отличаясь и от традиционных товарных рынков (прежде всего, нематериальностью и идемпотентностью продуктов), и от рынков других типов интеллектуальных товаров (возможностью использования ПП в качестве интеллектуального капитала, особенностями института защиты авторских прав, а также возможностью использования инновационных моделей бизнеса), требует более детального анализа с использованием экономико-математического моделирования. Хотя отдельные аспекты взаимодействия участников рынка ПО изучены в современной математической экономике, многие вопросы остаются открытыми и исследованными в недостаточной степени:

- классическая модель взаимодействия дополняющих поставщиков, предложенная А. Курно, может быть адаптирована для исследования взаимоотношений монопольного разработчика коммерческого ПО с монопольным производителем АО; модель А. Курно была обобщена Р. Касадесусом-Масанеллом, Б. Нейлбуффом и Д. Йоффе для исследования взаимодействия двух конкурирующих поставщиков АО с монопольным производителем ОС, однако объединенное исследование конкуренции и на рынке АО, и на рынке комплементарного ПО с учетом предложения нескольких типов АО, коммерческого и некоммерческого системного и прикладного ПО, а также пиратских копий коммерческих ПП, до настоящего момента не проводилось;
- в известных моделях ущерб от пиратства на рынке коммерческих ПП и их пиратских копий оценивается без учета взаимодействия поставщиков АО и ПО; представляется, что это взаимодействие требует отдельного рассмотрения, поскольку оно оказывает существенное влияние на рыночные цены, разделение рынка между производителями и их прибыль;
- в известной модели Г. фон Штакельберга и ее модификациях стратегия ценового лидерства обеспечивает существенное увеличение прибыли при одновременном снижении прибыли других игроков; представляет интерес исследование результатов применения стратегии ценового лидерства на рынке АО и ПО;
- в известной модели Р. Касадесуса-Масанелла и П. Гемавата рассматривается динамика конкуренции производителей коммерческого и некоммерческого ПО; представляется важным обобщить эту модель на случай растущего рынка;
- существуют модели, в которых поведение производителей ПО, пользователей и пиратов рассматривается независимо друг от друга, а также модели взаимодействия производителей ПО либо государства с пиратами, позволяющие рассмотреть предложение пиратских копий ПП как механизм ценовой дискриминации, опре-

делить условия выгодности незаконного копирования ПП и оценить ущерб, наносимый пиратством, однако исследования, в которых моделировалось бы взаимодействие производителей коммерческого ПО с пользователями в условиях существования рынка пиратских копий, автору неизвестны;

- существующие подходы к исследованию процесса принятия производителями ПО стратегических решений о возможности открытого распространения ПП основываются на предположении, что весь ПП может распространяться либо в закрытом виде на коммерческой основе, либо в открытом виде на некоммерческой основе, однако возможность открытого распространения части ПП, состоящих из ядра, расширений и дополнительных услуг, до настоящего времени остается неисследованной;
- существуют модели, в которых предполагается, что производитель ПО может получать доходы либо от распространения платного ПП, свободного от рекламы, либо от размещения рекламы в бесплатном ПП, однако объединенный случай распространения ПО как услуги, учитывающий также возможности размещения рекламы в платном ПП и одновременного предложения платного и бесплатного ПП, является неизученным;
- в существующих моделях смены технологий рассматривается рынок одного постоянно улучшаемого продукта, тогда как взаимосвязь выпуска новых версий ПО с выпуском новых поколений комплементарного АО до настоящего момента является изученной в недостаточной степени.

**В третьей главе** описываются следующие теоретико-игровые модели:

- модель взаимодействия монопольных производителей АО и ПО;
- модель взаимодействия производителей коммерческого и некоммерческого ПО с монопольным поставщиком АО;
- модель взаимодействия двух конкурирующих поставщиков АО с производителями коммерческого и некоммерческого системного ПО без учета распространения пиратских копий и с его учетом.

В третьей и четвертой главах коммерческий ПП именуется *Windows*, его некоммерческий аналог — *Linux*, а конкурирующие платформы АО называются *Intel* и *AMD*. Данные названия, на самом деле, условны: все результаты справедливы и для любых других конкурирующих аппаратных платформ, коммерческого и некоммерческого ПО.

**Модель взаимодействия монопольных производителей АО и ПО** представляет собой адаптацию к рынку информационных технологий модели, построенной в 1838 г. А. Курно для ММ взаимодействия дополняющих поставщиков — монопольных производителей меди и цинка как составных частей комбинированного продукта — латуни.

Предполагается, что и производитель АО (которого будем обозначать индексом  $I$ , имея в виду *Intel*), и производитель коммерческой ОС ( $W$  — *Windows*) занимают монопольное положение, а АО с ОС представляют собой комбинированный продукт, и ни один потребитель не приобретает компьютер без ОС или ОС отдельно от компьютера. Также предполагается, что на один компьютер может быть установлена только одна ОС. Распространение пиратских копий в данной модели не учитывается.

Вводятся обозначения:  $p_I$  — цена АО;  $p_W$  — цена коммерческой ОС;  $q_{I+W}(p_I + p_W)$  — функция спроса на компьютеры (с коммерческой ОС);  $f_I$ ,  $v_I$  и  $e_I = f_I + v_I q_{I+W}$  — соответственно постоянные, переменные и полные издержки производителя АО;  $f_W$ ,  $v_W$  и  $e_W = f_W + v_W q_{I+W}$  — постоянные, переменные и полные издержки производителя коммерческой ОС.

Цены АО и ПО складываются из постоянных издержек, прибыли производителя, переменных издержек и издержек по обеспечению ТП.

Постоянные издержки и издержки по обеспечению ТП у производителей ПО довольно невелики, а переменные издержки и вовсе близки к нулю (действительно, стоимость изготовления копии ПП на компакт-диске или ее размещения в интернете пренебрежимо мала по сравнению с затратами на проектирование и разработку).

Постоянные издержки у производителей АО существенно больше, чем у разработчиков ПП, а переменные издержки (так же, как и у производителей ПО) стремятся к нулю (поскольку для производства микросхем необходимо строительство высокотехнологичного завода стоимостью в несколько млрд. долл., но затем производство одного микропроцессора обходится дешевле 1 долл.). Издержки по обеспечению ТП у производителей АО приблизительно такие же, как и у разработчиков ПП.

Задача производителя АО состоит в *определении такой цены продукта  $p_I$ , которая обеспечит максимум прибыли*:

$$\pi_I = (p_I - v_I) q_{I+W}(p_I + p_W) - f_I \rightarrow \max.$$

Задача, стоящая перед разработчиком коммерческой ОС, аналогична: *установить такую цену продукта  $p_W$ , при которой прибыль будет достигать максимального значения*:

$$\pi_W = (p_W - v_W) q_{I+W}(p_I + p_W) - f_W \rightarrow \max.$$

**УТВЕРЖДЕНИЕ 1.** *На рынке, где производство АО и разработка ОС монополизированы, цена лицензии на ОС должна быть равна цене АО, а сумма прибыли и постоянных издержек у разработчика ОС такая же, как и у производителя АО.*

Реальный рынок демонстрирует, что средняя цена процессора на рынке и средняя цена коммерческой ОС приблизительно равны.

Однако реальная ситуация несколько сложнее, она имеет также следующие особенности:

- наличие конкуренции как на стороне АО (между компьютерами на базе процессоров *Intel* и *AMD*), так и на стороне ПО (кроме коммерческой ОС *Microsoft Windows* существует некоммерческая ОС *Linux*, которая на рынке серверов уже отвоевала значительную часть рынка, и в настоящее время завоевывает позиции на рынке новых компьютеров, прежде всего, ноутбуков и нетбуков);
- получение производителем ОС дополнительных доходов от сопутствующих продуктов (например, ОП);
- сознательное занижение цены продукта производителем ОС.

В предположении, что сборщики АО образуют рынок совершенной конкуренции и не могут влиять на цену своего продукта  $p_I$ , эластичность спроса на комбинированный продукт по цене определяется как



$$\varepsilon_{I+W} = -\frac{dq_{I+W}(p_I + p_W)}{d(p_I + p_W)} \bigg/ \frac{p_I + p_W}{q_{I+W}(p_I + p_W)} = \frac{p_I + p_W}{p_W - v_W}.$$

Подстановка в правую часть  $p_I = p_W$  и  $v_W = 0$  дает эластичность спроса на такие рабочие станции  $\varepsilon_{I+W} = 2$ .

На самом деле, такое высокое значение не означает, что спрос настолько эластичен, скорее, дело в занижении производителем цены лицензии на ОС, которое связано, в частности, с получением дополнительных доходов от продажи прикладного ПО пользователям ОС.

Поэтому далее вводится предположение о том, что монопольный производитель коммерческой ОС получает прибыль также и от комплементарных продуктов (например, *Microsoft* — производитель ОС *Microsoft Windows* — получает прибыль также и от продажи лицензий на ОП *Microsoft Office*).

Вводятся дополнительные обозначения:  $p_o$  — цена комплементарного продукта (индекс  $O$  означает *Microsoft Office*);  $f_o$  и  $v_o$  — постоянные и переменные издержки по производству комплементарного продукта.

Считается также, что комплементарный продукт покупают не все пользователи ОС, а их доля  $\lambda_o \leq 1$ .

Задача монопольного производителя коммерческого ПО принимает вид

$$\pi_W = (p_W - v_W + \lambda_o(p_o - v_o))q_{I+W}(p_I + p_W) - f_W - f_o \rightarrow \max.$$

При этом в точке максимума прибыли эластичность спроса по цене равна

$$\varepsilon_{I+W} = \frac{p_I + p_W}{p_W - v_W + \lambda_o(p_o - v_o)}.$$

В предположении о том, что четверть всех пользователей ОС приобретает ОП (т. е. что  $\lambda_o = 0,25$ ), переменные издержки производителя ОС и ОП нулевые ( $v_W = v_o = 0$ ), средняя цена процессора в Москве (по данным 2010 г.) составляет  $p_I = 2500$  руб., средняя цена лицензии на ОС *Microsoft Windows 7* равна  $p_W = 2500$  руб., а цена лицензии на ОП *Microsoft Office Standard 2007 Professional* равна  $p_o = 13\,500$  руб., определяется эластичность  $\varepsilon_{I+W} = 0,85$ .

Далее обсуждается модель взаимодействия конкурирующих поставщиков коммерческой и некоммерческой ОС (*Windows* и *Linux*) с монопольным производителем АО (*Intel*).

Считается, что *Intel* (нижний индекс  $I$ ) занимает монопольное положение на рынке АО, а на рынке ОС конкурируют коммерческий ПП *Windows* (нижний индекс  $W$ ) и некоммерческий ПП *Linux* (нижний индекс  $L$ ).

АО с ОС, как и в предыдущей модели, представляют собой комбинированный продукт, и ни один потребитель не приобретает компьютер без ОС или ОС отдельно от компьютера.

Таким образом, пользователь может принять одно из двух решений:

- приобрести компьютер с предустановленной коммерческой ОС;
- либо приобрести компьютер с предустановленной некоммерческой ОС.

Конкуренция ОС *Windows* и *Linux* растет, поскольку сейчас цена лицензии на *Windows* для многих моделей составляет более 10% от цены конечного продукта.

Хотя лицензия на *Windows* имеет положительную цену, а *Linux* распространяется свободно, оба продукта сосуществуют на рынке. Это говорит о том, что потребительская ценность *Windows* больше потребительской ценности *Linux*.

Вводятся следующие обозначения:  $q_{\max}$  — емкость рынка АО;  $\alpha_I$  и  $\alpha_{I+W}$  — максимально возможные цены АО соответственно с некоммерческой и с коммерческой ОС (при этом  $\alpha_{I+W} > \alpha_I$ );  $p_I$  — цена АО;  $p_W$  — цена лицензии на коммерческую ОС;  $q_{I+L}$  и  $q_{I+W}$  — спрос на некоммерческую и на коммерческую ОС;  $q_I = q_{I+L} + q_{I+W}$  — спрос на АО;  $f_I$  и  $v_I$  — постоянные и переменные издержки производителя АО;  $f_W$  и  $v_W$  — постоянные и переменные издержки разработчика коммерческой ОС;  $\pi_I = q_I(p_I - v_I) - f_I$  и  $\pi_W = q_W(p_W - v_W) - f_W$  — соответственно прибыль производителя АО и разработчика коммерческой ОС.

Используются линейные функции спроса. Если *Intel* установит цену АО равной  $p_I$ , а *Microsoft* установит цену лицензии на *Windows* в размере  $p_W$ , то спрос на АО на базе процессоров *Intel* с ОС *Windows* составит

$$q_{I+W} = q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I + p_W}{\alpha_I} \right),$$

а спрос на АО на базе процессоров *Intel* с ОС *Linux* —

$$q_{I+L} = q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I}{\alpha_I} \right) - q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I + p_W}{\alpha_I} \right) = q_{\max} \frac{p_W}{\alpha_I}.$$

Пользователь приобретет комбинированный продукт (АО с одной из ОС) тогда и только тогда, когда потребительская ценность продукта для данного пользователя превышает его цену (рис. 1).

Суммарный спрос на АО будет равен

$$q_I = q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I + p_W}{\alpha_I} \right) + q_{\max} \frac{p_W}{\alpha_I} = q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I}{\alpha_I} \right).$$

**УТВЕРЖДЕНИЕ 2.** Реализованный спрос на компьютеры с некоммерческой ОС зависит только от цены коммерческого конкурента (но не от цены АО); спрос на АО зависит только от его цены (но не от цены коммерческой ОС); спрос на коммерческую ОС зависит и от цены лицензии на этот ПП, и от цены АО.

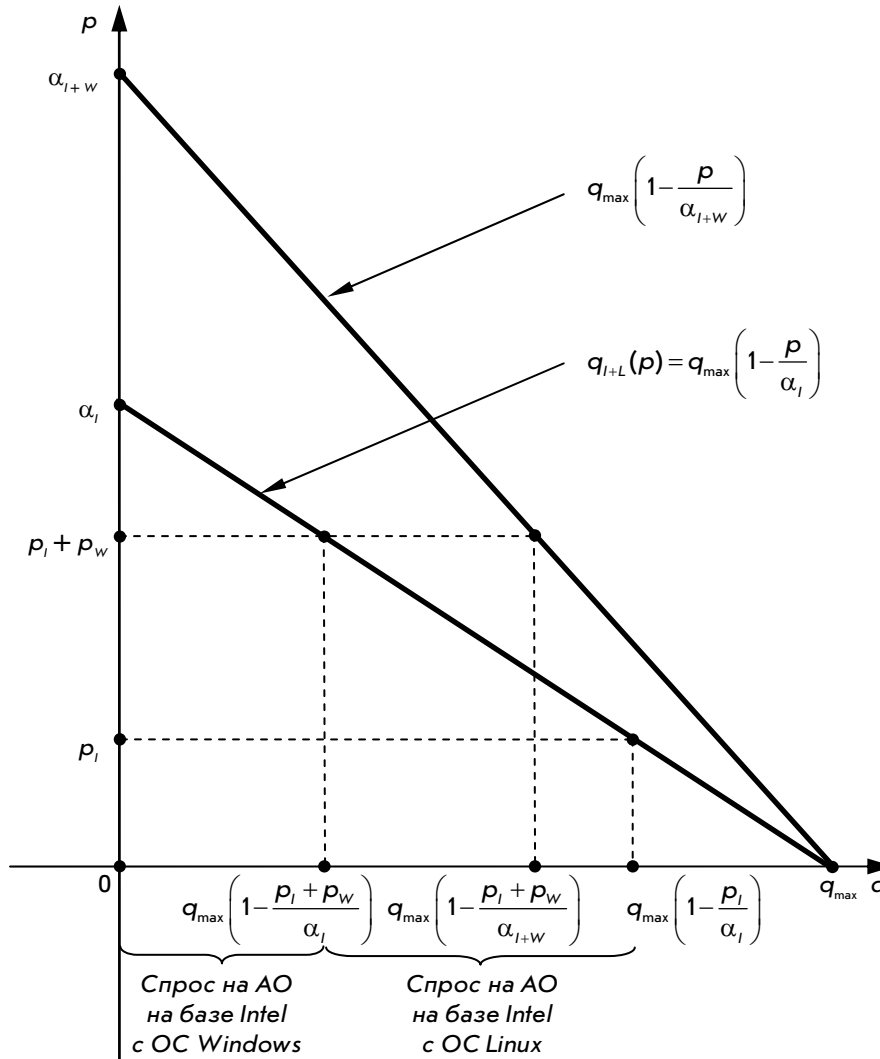
Задача, которая стоит перед производителем АО, состоит в установлении такой его цены  $p_I$ , которая обеспечит максимум прибыли

$$\pi_I = q_I(p_I - v_I) - f_I = q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I}{\alpha_I} \right) (p_I - v_I) - f_I \rightarrow \max.$$

Аналогично, разработчик коммерческой ОС также стремится максимизировать свою прибыль

$$\pi_W = q_W(p_W - v_W) - f_W = q_{\max} \left( 1 - \frac{p_I + p_W}{\alpha_I} \right) (p_W - v_W) - f_W \rightarrow \max$$

путем выбора оптимальной цены лицензии  $p_W$ .



**Рис. 1**

**УТВЕРЖДЕНИЕ 3.** *Оптимальная цена АО, равная*

$$p_I^* = (\alpha_I + v_I) / 2,$$

*обеспечивает его производителю максимальную прибыль*

$$\pi_I^* = q_{\max} (\alpha_I - v_I)^2 / (4\alpha_I) - f_I;$$

*оптимальная цена лицензии на коммерческую ОС*

$$p_W^* = (\alpha_I + 2v_W - v_I) / 4$$

*обеспечивает ее разработчику максимальную прибыль*

$$\pi_W^* = q_{\max} (\alpha_I - 2v_W - v_I)^2 / (16\alpha_I) - f_W;$$

*при этом*

$$dp_W^* / dp_I^* = -1 / 2,$$

*а прибыль производителя АО превышает прибыль разработчика коммерческой ОС тогда и только тогда, когда*

$$q_{\max} (3\alpha_I - 3v_I - 2v_W) (\alpha_I + 2v_W - v_I) > 16\alpha_I (f_I - f_W).$$

Третья глава продолжается обсуждением результатов анализа модели взаимодействия двух конкурирующих поставщиков АО (*Intel* и *AMD*) с разработчиками конкурирующих коммерческой и некоммерческой ОС (*Windows* и *Linux*).

В дополнение к основным предположениям, сформулированным ранее, считается, что потребитель оценивает компьютер на базе процессора *AMD* ниже, чем компьютер на базе процессора *Intel*, но разница в потребительской ценности компьютеров на базе разных процессоров меньше, чем разница в потребительской ценности одинаковых компьютеров с разными ОС.

Вводятся обозначения:  $\alpha_I$  и  $\alpha_{I+W}$  — максимально возможная цена АО на базе процессора *Intel* соответственно с некоммерческой и с коммерческой ОС (при этом  $\alpha_{I+W} > \alpha_I$ );  $\alpha_A$  и  $\alpha_{A+W}$  — максимально возможные цены АО на базе процессора *AMD* с некоммерческой и с коммерческой ОС ( $\alpha_I > \alpha_A$ ,  $\alpha_{A+W} > \alpha_A$ );  $p_I$  и  $p_A$  — цена АО на базе процессоров *Intel* и *AMD* соответственно;  $p_W$  — цена лицензии на коммерческую ОС;  $q_{I+L}$  и  $q_{I+W}$  — спрос на АО на базе процессора *Intel* с некоммерческой и с коммерческой ОС;  $q_A = q_{A+W} + q_{A+L}$  — спрос на АО на базе процессора *Intel*;  $q_{A+L}$  и  $q_{A+W}$  — спрос на АО на базе процессора *AMD* с некоммерческой и с коммерческой ОС;  $q_A = q_{A+W} + q_{A+L}$  — спрос на АО на базе процессора *AMD*;  $f_I$  и  $v_I$  — постоянные и переменные издержки производителя АО на базе процессора *Intel*;  $f_A$  и  $v_A$  — постоянные и переменные издержки производителя АО на базе процессора *AMD*;  $f_W$  и  $v_W$  — постоянные и переменные издержки разработчика коммерческой ОС;  $\pi_I = q_I(p_I - v_I) - f_I$ ,  $\pi_A = q_A(p_A - v_A) - f_A$  и  $\pi_W = q_W(p_W - v_W) - f_W$  — соответственно прибыль производителя АО на базе процессора *Intel*, производителя АО на базе процессора *AMD* и разработчика коммерческой ОС.

Функции спроса на все товары предполагаются линейными. В этом случае задачи максимизации прибыли производителей таковы:

$$\pi_I = (p_I - v_I)q_I - f_I = q_{\max}(p_I - v_I)(\alpha_A - 2p_I + p_A)/\alpha_A - f_I \rightarrow \max;$$

$$\pi_A = (p_A - v_A)q_A - f_A = 2q_{\max}(p_I - v_I)(p_I - p_A)/\alpha_A - f_I \rightarrow \max;$$

$$\pi_W = (p_W - v_W)q_W - f_W = q_{\max}(p_W - v_W)(\alpha_A - p_A - p_W)/\alpha_A - f_W \rightarrow \max.$$

**УТВЕРЖДЕНИЕ 4.** На рынке, где одновременно представлено АО двух производителей, коммерческая и некоммерческая ОС, не существует равновесия Нэша в чистых стратегиях.

Далее анализируются ситуации равновесия Курно и Штакельберга в данной модели, а также в ее расширениях с учетом распространения коммерческих и некоммерческих ОП, а также пиратских копий коммерческого ПО.

В равновесии Курно на рынке двух типов АО (*Intel* и *AMD*), коммерческих и некоммерческих ОС (*Microsoft Windows* и *Linux*) самый дорогой продукт (компьютер на базе *Intel* с ОС *Windows*) оказывается примерно в 5 раз дороже самого дешевого продукта (компьютера на базе *AMD* с ОС *Linux*), процессор *Intel* стоит приблизительно в 2 раза дороже процессора *AMD*, а лицензия на *Windows* — примерно в 1,5 раза дороже процессора *Intel* и примерно в 3 раза дороже процессора *AMD*. При этом (без учета постоянных издержек) прибыль *Intel* превышает прибыль *AMD* в 4 раза, а прибыль *Microsoft* превышает прибыль *Intel* на 12,5%.

Стратегия ценового лидерства *Intel* приводит к увеличению прибыли *Intel* (по сравнению с ситуацией равновесия Курно) всего на 0,3%, при этом прибыль *AMD* увеличивается приблизительно на 1,5%, а прибыль *Microsoft* снижается примерно на 1%. При этом и *AMD*, и *Microsoft* могут увеличить свою прибыль по сравнению с равновесием Штакельберга, соответствующим образом реагируя на цену *Intel*. Если ценовым лидером выступит *AMD*, то такая стратегия приведет к снижению прибыли компании *AMD* по сравнению с тем, как если бы она выступала ведомой, а стратегия ценового лидерства применялась бы компанией *Intel*. Корпорация *Microsoft* не может выступать ценовым лидером, поскольку функции реакции обоих производителей АО не зависят от цены ОС.

В равновесии Курно на рынке двух типов АО (*Intel* и *AMD*), коммерческих и некоммерческих ОС (*Microsoft Windows* и *Linux*) и их пиратских копий самым дешевым продуктом является компьютер на базе процессора *AMD*, компьютер на базе процессора *Intel* стоит в два раза дороже, пиратская копия ОС *Windows* стоит на 12,5% дороже компьютера на базе *Intel*, а лицензионная версия ОС *Windows* — в два раза дороже, чем пиратская. При этом 30% всех потенциальных пользователей приобретают компьютеры на базе процессоров *AMD*, причем треть из них — с лицензионной ОС *Windows*, треть — с пиратской ОС *Windows*, треть — с ОС *Linux*; 60% всех потенциальных пользователей приобретают компьютеры на базе процессоров *Intel*, причем 35% всех потенциальных пользователей приобретают компьютеры на базе *Intel* с установленной лицензионной ОС *Windows*, 12,5% приобретают компьютеры на базе *Intel* с установленной пиратской ОС *Windows*, 12,5% приобретают компьютеры на базе *Intel* с установленной ОС *Linux*. Лицензионную ОС *Windows* приобретают 45% всех потенциальных пользователей, 22,5% всех потенциальных пользователей приобретают пиратскую ОС *Windows*, и 22,5% пользуются *Linux*. Прибыль без вычета постоянных издержек меньше всего у *AMD*, пираты зарабатывают на 69% больше, чем *AMD*, прибыль *Intel* в 4 раза превышает прибыль *AMD* (и в 2,37 раза превышает суммарную прибыль пиратов), а прибыль *Microsoft* на 69% больше, чем прибыль *Intel*. Сравнение с равновесием Курно в модели рынка без пиратских копий свидетельствует, что распространение пиратских копий ОС *Windows* приводит к увеличению прибыли *Microsoft* на 24%, тогда как прибыль и *Intel*, и *AMD* снижается на 26,5%; цена АО на базе *Intel* и *AMD* с ОС *Windows* снижается соответственно на 9% и 4%, а цена АО на базе *Intel* и *AMD* с ОС *Linux* снижается на 30%; количество пользователей *Intel*, *AMD* и *Windows* при наличии пиратства возрастает на 5% каждое, а число пользователей *Linux* становится меньше на 47,5%.

Полученные с помощью моделирования выводы о разделении рынка ПО между пользователями лицензионных копий коммерческой ОС *Windows* (45% всех потенциальных пользователей), ее пиратских копий и некоммерческой ОС *Linux* (по 22,5%) вполне согласуются с приведенными в первой главе статистическими данными об американском рынке ПО (на котором эти доли составляют 45%, 20% и 20% соответственно). Это позволяет заключить, что рынок ПО в США близок к состоянию равновесия. Большинство стран Западной Европы находятся от него чуть дальше, а другие страны, в том числе Россия, пока от равновесия далеки.

При этом реальные данные о соотношении выручки корпораций *Microsoft*, *Intel* и *AMD*, приведенные во второй главе и свидетельствующие о том, что объем продаж *Microsoft* в 1,29 и 9,17 раза превышает объемы продаж соответственно *Intel* и *AMD*, а объ-

ем продаж *Intel* в 7,19 раза больше, чем объем продаж *AMD*, также в определенной степени согласуются с выводами о том, что прибыль без учета постоянных издержек (т. е. выручка) *Intel* в 4 раза превышает выручку *AMD*, а выручка *Microsoft* на 69% больше, чем выручка *Intel*.

Расхождения объясняются тем, что мировой рынок ПО далек от равновесия. Например, суммарная выручка пиратов в 2009 г. составила 51,41 млрд. долл., что на 800% превышает выручку корпорации *AMD*, тогда как результаты моделирования говорят лишь о 68%-ном превышении. Но на американском рынке ситуация другая — выручка пиратов равна 8,39 млрд. долл., а выручка *AMD* от продаж на американском рынке составляет значительную часть в общем объеме продаж *AMD* (5,4 млрд. долл.), и отношение выручки пиратов к выручке *AMD* гораздо ближе к модельному показателю 1,68.

**В четвертой главе** описываются три динамические модели:

- модель монополии единственного производителя коммерческого ПО;
- модель смешанной дуополии производителей коммерческого и некоммерческого ПО в отсутствие пиратства при нулевых переменных издержках коммерческого производителя;
- модель смешанной дуополии производителей коммерческого и некоммерческого ПО при ненулевых издержках по обеспечению ТП и наличии теневого рынка нелегальных копий коммерческого ПП.

Описываемые в этой главе модели продолжают исследования конкуренции в динамике, проведенные в работах А. М. Спенса и Д. Росса, и вплотную примыкают к модели Р. Касадесуса-Масанелла и П. Гемавата<sup>1</sup>.

Основное отличие данных моделей от модели Касадесуса-Масанелла — Гемавата состоит в том, что рынок предполагается **линейно растущим** с темпом роста  $a$ : в единицу времени на рынок приходят  $a$  новых пользователей.

Предполагается, что каждый новый пользователь выбирает один и только один продукт: или приобретает лицензионную копию ОС *Windows*, или бесплатно скачивает копию ОС *Linux*.

Через  $n_w(t)$  и  $n_L(t)$  обозначается суммарное число потребителей, использующих на момент  $t$  ОС *Windows* и *Linux* соответственно.

Если обозначить  $q(t)$  долю новых пользователей, входящих на рынок в момент  $t$  и приобретающих *Windows*, то доля новых пользователей, приобретающих в этот момент *Linux*, составит  $1 - q(t)$ , поэтому

$$n_w(t) = \int_0^t a q(\tau) d\tau, \quad n_L(t) = \int_0^t a (1 - q(\tau)) d\tau.$$

Цена некоммерческого ПП *Linux* предполагается нулевой (или равной предельным издержкам), а коммерческий производитель *Microsoft* принимает решение об установлении цены лицензии на использование продукта *Windows* в размере  $p$  ден. ед.

Функции спроса

<sup>1</sup> Casadesus-Masanell R., Ghemawat P. Dynamic mixed duopoly: A model motivated by Linux vs Windows // Management Science. — 2006. — V. 52. — № 7 (July). — P. 1072—1084.

$$p = \alpha_w(n_w(t), n_L(t))(1-q) \quad \text{и} \quad p = \alpha_L(n_w(t), n_L(t))(1-q)$$

(на *Windows* и *Linux*) считаются в модели линейными в каждый момент времени, но их наклон предполагается динамически изменяющимся в зависимости от объемов рынка, занятых обоими продуктами.

На рис. 2 представлены сечения функций спроса на *Windows* (жирная сплошная линия) и на *Linux* (жирная пунктирная линия) в фиксированный момент времени  $t$ .

Эти функции спроса показывают, как высоко пользователь оценивает каждую из ОС, например, доля пользователей  $q(t)$  оценивает *Windows* дороже, чем  $p$  ден. ед., а доля  $1 - q(t)$  — дешевле, чем  $p$  ден. ед.

Несмотря на то, что *Linux* распространяется бесплатно, функция спроса этой ОС не сливается с осью абсцисс: в момент времени  $t$  для любого числа  $p \in [0; \alpha_L(n_w(t), n_L(t))]$  часть пользователей готова заплатить за эту ОС сумму, превышающую  $p$  ден. ед.

Очевидно, на сегодняшний день функция спроса на *Linux* является более пологой, чем функция спроса на *Windows*: в противном случае при нулевой цене *Linux* все пользователи приобретали бы только эту ОС — как имеющую наибольшую потребительскую ценность и при этом предлагающуюся бесплатно, но на реальном рынке это не так.

Функции  $\alpha_w(n_w(t), n_L(t))$  и  $\alpha_L(n_w(t), n_L(t))$ , следуя Р. Фостеру, называются *технологическим траекториями*.

Считается, что технологические траектории в каждый момент времени  $t$  определяются взвешенной разностью

$$y(t) = \tilde{y}(n_w(t), n_L(t)) = n_w(t) - sn_L(t)$$

долей рынка, занимаемых ОС *Windows* и *Linux*:

$$\alpha_w(n_w(t), n_L(t)) = \tilde{\alpha}_w(n_w(t) - sn_L(t)) = \tilde{\alpha}_w(\tilde{y}(n_w(t), n_L(t))) = \tilde{\alpha}_w(y(t))$$

$$\alpha_L(n_w(t), n_L(t)) = \tilde{\alpha}_L(n_w(t) - sn_L(t)) = \tilde{\alpha}_L(\tilde{y}(n_w(t), n_L(t))) = \tilde{\alpha}_L(y(t)).$$

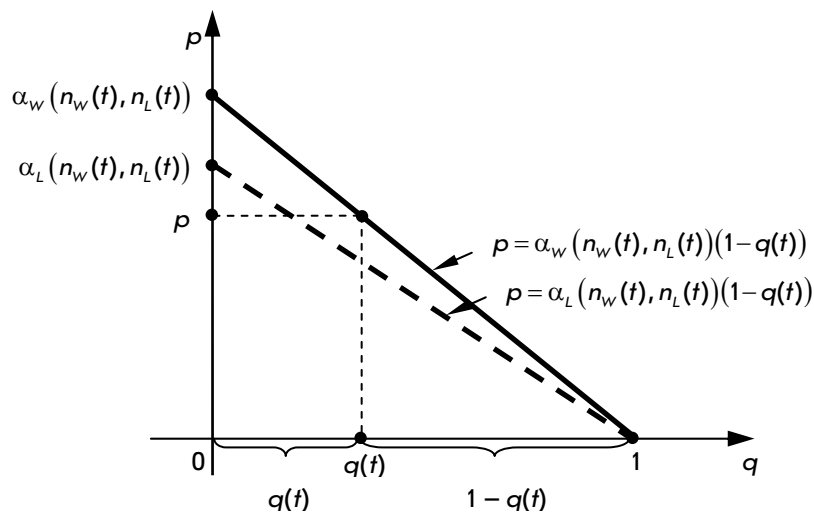


Рис. 2

При  $s = 1$  технологические траектории определяются просто разностью суммарного числа пользователей *Windows* и суммарного числа пользователей *Linux* к данному моменту времени.

В общем случае константа  $s$  определяет характер обучения пользователей: поскольку  $s = -\partial\tilde{y}/\partial n_L$ , при  $s > 1$  увеличение числа  $n_L(t)$  пользователей *Linux* больше усиливает брэнд *Linux*, чем ослабляет брэнд *Windows*, а при  $s < 1$  — наоборот.

Предполагается, что технологические траектории  $\alpha_W(y(t))$  и  $\alpha_L(y(t))$  удовлетворяют следующим естественным допущениям:

- с ростом размера рынка, занимаемого каждым из продуктов, его потребительская ценность растет:

$$\partial\alpha_W(n_W(t), n_L(t))/\partial n_W > 0; \quad \partial\alpha_L(n_W(t), n_L(t))/\partial n_L > 0;$$

- потребительская ценность каждой из ОС конечна, даже если все пользователи будут использовать эту ОС:

$$\lim_{y \rightarrow +\infty} \tilde{\alpha}_W(y) = \bar{\alpha}_W < +\infty; \quad \lim_{y \rightarrow -\infty} \tilde{\alpha}_L(y) = \bar{\alpha}_L < +\infty;$$

- потребительская ценность ОС, которой никто не пользуется, а все пользуются конкурирующим ПП, равна нулю:

$$\lim_{y \rightarrow -\infty} \tilde{\alpha}_W(y) = \lim_{y \rightarrow +\infty} \tilde{\alpha}_L(y) = 0.$$

В наиболее общей модели смешанной дуополии производителей коммерческого и некоммерческого ПО при ненулевых издержках ( $w$  ден. ед.) по обеспечению ТП и наличии теневого рынка нелегальных копий коммерческого ПП производитель коммерческого продукта — *Microsoft* — стремится так управлять ценой лицензии  $p(t)$ , чтобы обеспечить максимум интегральной дисконтированной (по непрерывной ставке  $\delta$ ) прибыли

$$J = \int_0^{+\infty} aq(t)(p(t) - w)e^{-\delta t} dt \rightarrow \max.$$

Постановка задачи максимизации дохода (а не прибыли) в данном случае оправдана, ввиду того, что речь идет о стадии распространения, когда производитель уже понес постоянные издержки по разработке продукта, а переменные издержки по его тиражированию близки к нулю (и включены в цену лицензии).

Если считать, что доля  $\rho$  всех потребителей, входящих на рынок, приобретает пиратские копии коммерческого продукта (причем часть  $\mu$  из них в случае отсутствия теневого рынка нелегальных копий приобрела бы легальные копии *Windows*, а часть  $1 - \mu$  воспользовалась бы альтернативным некоммерческим продуктом *Linux*), то общее число пользователей *Windows* и *Linux* составит соответственно

$$n_W(t) = \int_0^t a(q(\tau) + \rho)d\tau \quad \text{и} \quad n_L(t) = \int_0^t a(1 - q(\tau) - \rho)d\tau,$$

а функция спроса на *Windows* примет вид

$$q(t) = 1 - p(t)/\beta(y(t)) - \mu\rho,$$



где  $\beta(y(t)) = \tilde{\alpha}_W(y(t)) - \tilde{\alpha}_L(y(t))$ .

При этом

$$dy/dt = dn_W/dt - s dn_L/dt = a((1+s)q(t) + \rho - s(1-\rho)).$$

Задача ОУ, стоящая перед производителем коммерческого ПО, такова:

$$J = \int_0^{+\infty} aq(t)(p(t) - w)e^{-\delta t} dt \rightarrow \max$$

при условиях

$$dy/dt = a((1+s)q(t) + \rho - s(1-\rho));$$

$$q(t) = 1 - p(t)/\beta(y(t)) - \mu\rho; \quad c(t) \geq 0; \quad \beta(y(0)) > 0.$$

Вначале рассматривается монопольный рынок, на котором присутствует только коммерческий продукт (т. е.  $\alpha_L(y) \equiv 0$ ). Предполагается, что пиратские копии этого продукта не распространяются (т. е.  $\rho = 0$ ), а издержки по обеспечению ТП отсутствуют ( $w = 0$ ). Свойства оптимальной стратегии производителя коммерческого ПО в такой ситуации определяются следующим утверждением.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 5.** *Оптимальная стратегия монопольного производителя коммерческого ПО, обеспечивающая неограниченный рост рынка и бесконечную интегральную дисконтированную прибыль, на больших временах соответствует установлению цены лицензии на уровне половины от потенциальной потребительской ценности данного ПО; при этом мгновенная прибыль равна четверти произведения темпа роста рынка на потенциальную потребительскую ценность продукта.*

Условия совместного существования коммерческого и некоммерческого продуктов на рынке без пиратства и издержек по осуществлению ТП (т. е. при  $\rho = w = 0$ ) определяются утверждением 6.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 6.** *Коммерческий и некоммерческий продукт сосуществуют на рынке тогда и только тогда, когда  $s > 1$ , при этом оптимальная цена лицензии и мгновенная прибыль производителя коммерческого продукта меньше, чем на монопольном рынке коммерческого продукта.*

Если считать, что теневого распространения нелицензионных (пиратских) копий нет, а переменные издержки *Microsoft* нулевые, то в таких условиях *Linux* и *Windows* сосуществуют на рынке только при  $s > 1$ , при  $s \leq 1$  *Windows* полностью вытесняет *Linux* с рынка, а *Linux* ни при каких условиях не может вытеснить *Windows* (при этом реальное значение  $s$  представляется приблизительно равным трем — четырем).

Важно отметить, что и цена, и мгновенный объем продаж, и мгновенная прибыль производителя коммерческого ПП в смешанной дуополии меньше, чем если бы конкурирующего некоммерческого продукта на рынке не было, причем этот факт не зависит ни от  $s$ , ни от  $\delta$ .

Как показывает утверждение 7, наличие теневого рынка или большие издержки по оказанию ТП могут изменить расстановку сил.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 7.** *При небольшой доле пиратства  $\rho$  доля рынка, занимаемая коммерческим ПП, увеличивается, а при достаточно большой доле пиратства  $\rho$  или при достаточно больших издержках  $w$ , связанных с оказанием ТП, коммерческий ПП может покинуть рынок вне зависимости от выбранной ценовой стратегии.*

Таким образом, распространение пиратских копий *Windows* в небольших объемах только стимулирует увеличение доли *Windows* на рынке, но начиная с определенной доли пиратства ситуация становится катастрофической для производителя коммерческого продукта, и он в результате вынужден покинуть рынок.

Также покинуть рынок его могут заставить слишком высокие издержки по осуществлению ТП пользователей.

**Пятая глава** посвящена моделированию стратегических решений производителей ПО. В ней описываются:

- модель взаимодействия производителя коммерческого ПО с пользователями в условиях существования рынка пиратских копий;
- модель открытого распространения части ПП;
- модель производства ПО как услуги;
- модель выбора оптимальной цены новой версии ПО с учетом сетевых внешних эффектов;
- модель выбора оптимального момента выпуска новой версии ПО;
- теоретико-игровая модель стратегических решений производителей АО и ПО о выпуске новых версий.

**В модели взаимодействия производителя коммерческого ПО с пользователями в условиях существования рынка пиратских копий** предполагается, что на рынке действует производитель ПО (для простоты — монополист типа *Microsoft*), который продает лицензии на использование своей продукции.

Пользователь имеет возможность установить лицензионную копию ПО или пиратскую. Поскольку значительная часть пользователей пользуются нелегальными копиями, производитель может предпринимать определенные меры по изобличению пользователей пиратских копий и привлечению их к ответственности.

Предполагается, что полезность, которую приносит пользователю использование нелегальной копии ПО, в точности равна полезности от использования легальной копии, а также что себестоимость изготовления одной копии (и легальной, и пиратской) пренебрежимо мала по сравнению со всеми остальными величинами.

Вводятся следующие обозначения:  $c$  — цена лицензии на использование ПП;  $d$  — цена нелегальной (пиратской) копии ПП;  $f$  — размер штрафа за использование нелегальной копии ПП (взимаемого с пользователя, незаконно использующего ПО, в пользу производителя);  $l$  — издержки производителя по организации проверки легальности использования ПО.

Очевидно, выполняются следующие соотношения:

$$f > l > c \gg d > 0; \quad f > c + l.$$

Считается также, что

$$l > 2c$$

(последнее неравенство эквивалентно тому, что  $c - l < -c$ ).

Первым игроком является пользователь, он осознанно принимает одно из двух решений: приобрести лицензионное или пиратское ПО. Производитель является вторым игроком, он выбирает одну из двух стратегий: инициировать или не инициировать проверку лицензий на использование пользователем ПО.

Данная конфликтная ситуация формализуется с помощью биматричной игры с биматрицей выигрышей

$$\begin{pmatrix} (-c; c-l) & (-c; c) \\ (-f-d; f-l) & (-d; 0) \end{pmatrix}.$$

**УТВЕРЖДЕНИЕ 8.** Модель взаимоотношений пользователя и производителя в условиях существования теневого распространения нелегальных копий имеет единственное решение Нэша, которое определяется смешанными стратегиями пользователя

$$\mathbf{p}_N = (1/2; 1/2)$$

и производителя

$$\mathbf{q}_N = (0; 1);$$

при этом выигрыш пользователя равен

$$\pi_1 = -(c+d)/2,$$

а выигрыш производителя

$$\pi_2 = c/2.$$

Итак, рациональный потребитель в половине случаев предпочтет использование нелегального ПО, а рациональному производителю никогда не выгодно инициировать проверку лицензий.

Если считать функции полезности и пользователя, и производителя строго возрастающими, принципиальных изменений в конфликтной ситуации не произойдет.

Таким образом, вне зависимости от склонности производителей и пользователей ПО к риску рациональный пользователь только в половине случаев предпочтет приобрести лицензионное ПО, а рациональный производитель никогда не будет инициировать проверок легальности использования его продукта пользователями. Так будет всегда, пока цена лицензии  $c$  будет больше цены пиратской копии  $d$ . В случае же, когда  $c = d$ , очевидно, пользователь предпочтет приобрести легальную копию, но при этом прибыль производителя существенно сократится (если не превратится в убытки).

Полученный результат демонстрирует **несовершенство подхода производителя к коммерциализации разработанного им ПО на основе продажи лицензий**: ведь при этом производитель соберет только половину от потенциальной выручки, а половина пользователей будет приобретать пиратские копии.

Выходом представляется отказ от продажи лицензий и свободное распространение ПО, при котором производитель зарабатывает на оказании дополнительных услуг: ТП, разработке дополнительных модулей, встраивании рекламы (как в популярных интернет-сервисах) и т. п.

При этом производитель занимается собственно разработкой ПО, не затрачивая ресурсов на выявление нарушителей авторских прав и привлечение их к ответственности.

**Модель открытого распространения части ПП** рассматривает выбор разработчиком ПО модели бизнеса.

Считается, что ПП состоит из *ядра* (базового модуля, например, ОС), *расширений* (дополнительных модулей, например, офисных, графических и других пакетов) и *дополнительного сервиса* (например, технической поддержки, обслуживания, настройки продукта).

Предполагается, что разработчик ПО может распространять некоторую часть своих продуктов свободно и открыто: можно свободно распространять ядро, а доходы получать от распространения закрытых расширений, либо, наоборот, продавать закрытое ядро, а с помощью распространения открытых расширений, которые можно использовать только с этим ядром, увеличивать популярность коммерческого ПП, и как следствие, прибыль от его распространения.

Рассматривается выбор производителя ПО из четырех моделей бизнеса:

з+з) закрытое ядро, закрытые расширения и дополнительный сервис;

о+з) открытое ядро, закрытые расширения и дополнительный сервис;

з+о) закрытое ядро, открытые расширения и дополнительный сервис;

о+о) открытое ядро, открытые расширения и дополнительный сервис.

При этом рынок ПО считается эффективным. Также предполагается монопольное положение разработчика данного продукта на рынке. Разработчик ПО в условиях выбранной им модели бизнеса решает задачу максимизации прибыли.

Сравнение оптимальных значений прибыли в рассматриваемых моделях бизнеса позволило сформулировать следующие утверждения.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 9.** Модель с закрытым ядром и открытыми расширениями (з+о) всегда доминирует полностью закрытую модель (з+з).

**УТВЕРЖДЕНИЕ 10.** Любой фирме выгодно открывать все те идеи и технологии, которые невозможно использовать без ядра.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 11.** Полностью открытая бизнес-модель (о+о) оптимальна тогда и только тогда, когда существенная часть потребительской ценности продукта определяется дополнительными услугами или инновационной активностью пользователей.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 12.** Модель с открытым ядром и закрытыми расширениями (о+з) оптимальна в тех ситуациях, когда инновационная активность пользователей расширений незначительно влияет на спрос.

Интерпретация утверждения 9 состоит в том, что производитель, применяющий модель закрытого ядра и открытых расширений, получает все преимущества от инновационной активности потребителей, расширяющих возможности продукта путем развития расширений, но оставляет рынок закрытым для конкурентов, поскольку расширение совместимы только с данным закрытым ядром.

Для иллюстрации справедливости утверждения 10 достаточно упомянуть корпорацию *Microsoft*, открывшую платформу *.NET*.

Существенность предоставляемых дополнительных услуг, упомянутая в формулировке утверждения 11, приводит к вертикальной дифференциации продукта, предлагаемого на коммерческой основе, и бесплатного продукта, которая дает возможность склонить значительное число потенциальных потребителей продукта к приобретению дополнительного сервиса. Инновационная активность потребителей снижает размер выручки, собираемой фирмой с единичного потребителя, но увеличивает число потребителей. Кроме того, фирма делегирует потребителям значительную часть инновационных разработок и тем самым снижает издержки. Лучшим примером является ОС *Linux*, распространяемая сообществом ее разработчиков свободно.

Реальный пример, иллюстрирующий утверждение 12, демонстрирует корпорация *Apple*, распространяющая ОС *MacOS X* открыто, и получающая доход от продажи закрытого дополнительного ПО.

Результаты утверждений 9—12 схематично обобщены на рис. 3.



Рис. 3

**В модели производства ПО как услуги** предполагается, что у монополиста, распространяющего ПО как услугу, есть выбор из четырех моделей бизнеса:

- п) подключение пользователей к ПП на условиях платной подписки;
- р) бесплатное и свободное подключение пользователей к ПП и получение доходов от размещения в этом продукте рекламы;
- г) гибридная модель, предполагающая подключение пользователей к ПП по подписке и размещение в этом продукте рекламы;
- д) одновременное предложение двух ПП: бесплатного, в который встроена реклама, и распространяемого по платной подписке, в котором реклама отсутствует.

Далее проводится сравнение оптимальных значений прибыли в рассматриваемых моделях бизнеса.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 13.** При одинаковых постоянных издержках модель бизнеса (д) всегда доминирует модели (п) и (г).

Данное утверждение применимо также к обоснованию распространения условно бесплатных ПП, наподобие популярных архиваторов *WinRAR* и *WinZIP*, когда при запуске ПП выводится диалоговое окно с напоминанием о возможной платной регистрации, которая позволит отключить показ данного окна. Такое диалоговое окно можно рассматривать как демонстрацию рекламы с нулевой ценой, поскольку рекламодателем является сам разработчик ПО.

**УТВЕРЖДЕНИЕ 14.** При одинаковых постоянных издержках модель бизнеса (д) доминирует модель (р) при большой цене рекламного показа или при большой потребительской ценности продукта.

Затем проводится исследование **модели выбора оптимальной цены новой версии ПО с учетом сетевых внешних эффектов**, которое позволило сделать вывод о том, что наличие внешнего эффекта приводит к тому, что разработчик предлагает первую версию ПП по меньшей цене, чем если бы внешнего эффекта не было. При этом вторая версия ПП предлагается по стандартной для монополии цене, выравнивающей предельные доходы и предельные издержки.

Показано также, что **оптимальный момент выпуска монопольным разработчиком ПО новой версии выпускаемого ПП** определяется условием равенства мгновенной прибыли от старой и новой версий.

Пятая глава завершается рассмотрением **теоретико-игровой модели стратегических решений производителей АО и ПО о выпуске новых версий**.

Считается, что «связка» АО и ПО представляет собой комбинированный продукт, и ни один потребитель не приобретает компьютер без ПО или ПО отдельно от АО.

Предполагается, что в каждый дискретный момент времени производитель АО может инвестировать определенную сумму и начать выпускать микропроцессоры нового поколения (взамен микропроцессоров предыдущего поколения). Точно так же и производитель ПО в каждый дискретный момент времени может произвести инвестиции и начать выпускать новую версию ПП.

Таким образом, у производителя АО есть две стратегии:

- н) начать выпуск АО нового поколения;
- с) продолжать выпуск АО предыдущего поколения.

У разработчика ПО также есть две стратегии:

- н) начать выпуск новой версии ПП;
- с) продолжать выпуск предыдущей версии ПП.

В результате стратегического выбора двух рассматриваемых участников рынка на рынке возможно предложение четырех продуктов:

- н+н) АО нового поколения с новой версией ПО;
- н+с) АО нового поколения с предыдущей версией ПО;
- с+н) АО предыдущего поколения с новой версией ПО;
- с+с) АО предыдущего поколения с предыдущей версией ПО.

Показано, что при многократном повторении игры с различными соотношениями между параметрами на некоторых шагах оба производителя принимают решение о выпуске продукта нового поколения, на некоторых шагах обоим участникам рынка выгодно продолжить выпускать продукты предыдущего поколения, а на части шагов одному из производителей выгодно начать выпускать новый продукт, а другому — продолжать выпускать старый продукт и увеличить прибыль за счет издержек, понесенных партнером (поскольку они приводят к увеличению доходов от продажи комбинированного продукта).

Реальный рынок демонстрирует, что, как правило, производителю АО выгоднее производить обновление продукции чаще, чем разработчику ПО. Например, корпорация *Microsoft* выпустила 32-битную ОС (*Windows 95*) спустя 10 лет после выпуска корпорацией *Intel* 32-битного микропроцессора (*Intel 386*), ОС *Windows* не была обновлена после выпуска микропроцессора *Intel Pentium MMX* с поддержкой мультимедийных операций.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Проведенное в работе экономико-математическое моделирование поведения участников рынка ПО позволило сформулировать следующие основные выводы, справедливые при выполнении определенных предположений о поведении участников рынка, основными из которых являются предположения о рациональности их поведения и об ограниченном наборе моделей бизнеса на основе распространения закрытых, полностью и частично открытых продуктов с извлечением доходов от распространения лицензий и подписок, размещения рекламы и оказания дополнительных услуг.

1. Рынок ПО представляет собой рынок знаний и существенно отличается от традиционных рынков, прежде всего, особыми свойствами товаров — нематериальностью, идемпотентностью и институтом защиты авторских прав. Кроме того, в отличие от других интеллектуальных товаров, ПО может входить в состав интеллектуального капитала, его невозможно использовать без комплементарного материального товара — АО, причем потребительскую ценность представляет только ПО, представленное в особенной электронной форме, определяемой используемым АО. Эти особенности, в частности, лежат в основе несоответствия поведения производителей традиционных коммерческих ПП целям своей деятельности: производители таких ПП вынуждены изобличать распространителей и пользователей пиратских копий вместо того, чтобы заниматься исключительно производством. На основе любого несоответствия можно построить инновацию, и такими инновациями на рынке ПО стали новые модели бизнеса, основанные на предложении некоммерческих ПП, ПО как услуги.

2. Построенные статические модели поведения участников рынка ПО демонстрируют, что, во-первых, потребителям выгоднее конкуренция коммерческого и некоммерческого производителей, чем конкуренция двух производителей, оба из которых максимизируют свою прибыль; во-вторых, производителю коммерческого ПО также предпочтительнее конкурировать с некоммерческим производителем, чем с участником рынка, максимизирующим прибыль; в-третьих, вне зависимости от склонности производителей и пользователей ПО к риску рациональный пользователь только в половине случаев предпочтет приобрести лицензионное ПО, а рациональный производитель никогда не будет инициировать проверок легальности использования его ПП пользователями. Полученные результаты свидетельствуют о несовершенстве подхода производителей к коммерциализации разработанного ими ПО на основе продажи лицензий.

3. Разработанные модели взаимодействия двух конкурирующих поставщиков АО и ПО продемонстрировали отсутствие равновесия Нэша в чистых стратегиях, при этом результаты анализа разделения рынка ПО между пользователями лицензионных копий коммерческих ПП, их пиратских копий и некоммерческих аналогов в равновесии Курно в соотношении 45% : 22,5% : 22,5% (при неохваченных 10% рынка) согласуются со статистическими данными об американском рынке ПО (на котором эти доли составляют 45%, 20% и 20% соответственно), что позволяет заключить, что рынок ПО в США близок к состоянию равновесия, тогда как большинство стран Западной Европы находятся от него чуть дальше, а другие страны, в том числе Россия, от равновесия далеки; определены также равновесные значения цен всех продуктов и прибы-

ли всех участников рынка; сравнение результатов для рынков с предложением пиратских копий коммерческого ПО и с отсутствием их предложения показывает, что пиратство приводит к снижению равновесных цен АО и коммерческого ПО, увеличению числа их пользователей, увеличению прибыли разработчика коммерческого ПО при одновременном снижении прибыли производителей АО; кроме того, показано, что применение стратегии ценового лидерства производителем более дорогого АО не приводит к существенным изменениям прибыли участников рынка, применение стратегии ценового лидерства производителем более дешевого АО приводит к уменьшению его прибыли по сравнению с тем, как если бы он выступал ведомым, а производитель коммерческого ПО не может выступать ценовым лидером, поскольку функции реакции обоих производителей АО не зависят от цены коммерческого ПО.

4. Построенная динамическая модель смешанной дуополии производителей коммерческого и некоммерческого ПП позволила проанализировать механизм конкуренции. Если рассматривать рынок без пиратства и считать переменные издержки производителя коммерческого ПП нулевыми, то в таких условиях коммерческий и некоммерческий ПП сосуществуют на рынке в том и только в том случае, когда увеличение числа пользователей некоммерческого ПП больше усиливает его брэнд, чем ослабляет брэнд его коммерческого конкурента; если же это не так, то коммерческий ПП полностью вытесняет некоммерческий ПП с рынка. При этом при отсутствии теневого рынка нелегальных копий ПО и в условиях нулевых переменных издержек коммерческого производителя последний ни при каких условиях не может быть вытеснен с рынка некоммерческим конкурентом, а распространение пиратских копий коммерческого ПП в небольших объемах только стимулирует увеличение доли коммерческого ПП на рынке, но, начиная с определенной доли, пиратство вынуждает производителя покинуть рынок. Другой причиной ухода производителя коммерческого ПП с рынка могут стать чрезмерно высокие издержки по обеспечению ТП.

5. Моделирование стратегического выбора производителей на рынке ПО позволило сформулировать правила принятия оптимальных решений о выборе модели бизнеса по производству ПП, состоящих из ядра и расширений и предполагающих возможное оказание дополнительных услуг, при различных соотношениях между уровнем зависимости спроса на расширения от инновационной активности пользователей и уровнем дополнительного сервиса, при этом полностью закрытая модель на монопольном рынке никогда не оптимальна. Также доказано, что модель распространения ПО как услуги с одновременным предложением платной подписки на ПП без встроенной рекламы и бесплатного ПП, в который реклама встроена, всегда доминирует модели, предполагающие только предложение платной подписки или встраивание рекламы в платные ПП, и доминирует модель распространения бесплатного ПП с рекламой без взимания платы с пользователей при большой цене рекламного показа или при большой потребительской ценности ПП. Кроме того, показано, что оптимальные моменты выпуска новых версий ПО не всегда совпадают с оптимальными моментами выпуска новых поколений АО.



## ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Монографии

1. Соловьев В. И. Стратегия и тактика конкуренции на рынке программного обеспечения: Опыт экономико-математического моделирования. — М.: Вега-Инфо, 2010. — 12,5 п. л.
2. Соловьев В. И. Экономико-математическое моделирование рынка программного обеспечения. — М.: Вега-Инфо, 2009. — 11 п. л.
3. Соловьев В. И. Математическое моделирование инструментов управления инновационными рисками в рыночной инфраструктуре. — М.: Институт проблем рынка РАН, 2006. — 6,9 п. л.

### Статьи в журналах, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук

4. Соловьев В. И. Оптимальный момент выпуска новой версии программного обеспечения разработчиком-монополистом // Вестник университета / ГУУ. — 2010. — № 24. — 0,25 п. л.
5. Соловьев В. И. Программное обеспечение как товар // Вестник университета / ГУУ. — 2010. — № 24. — 0,2 п. л.
6. Соловьев В. И. Выбор оптимальной модели бизнеса на монопольном рынке программного обеспечения как услуги // Микроэкономика. — 2010. — № 6. — 0,5 п. л.
7. Соловьев В. И. Моделирование решений производителей аппаратного и программного обеспечения о выпуске новых поколений и версий продуктов // Экономика. Статистика. Информатика. Вестник УМО. — 2010. — № 6. — 0,5 п. л.
8. Соловьев В. И., Ильина Н. А., Курочкин П. А. Влияние пиратства на рыночное взаимодействие производителей аппаратного и программного обеспечения // Вестник университета / ГУУ. — 2010. — № 19. — 0,5 п. л. (авт. 0,35 п. л.).
9. Соловьев В. И., Долгих Е. А., Курочкин П. А., Зазук А. В. Статистика рынка информационных технологий // Вестник университета / ГУУ. — 2010. — № 19. — 0,5 п. л. (авт. 0,3 п. л.).
10. Соловьев В. И., Зазук А. В., Курочкин П. А. Инновационные бизнес-модели в медиаиндустрии // Полиграфист. В помощь руководителю и главному бухгалтеру. — 2010 — № 4. — 0,5 п. л. (авт. 0,35 п. л.).
11. Соловьев В. И., Ильина Н. А. Равновесие Штакельберга в модели взаимодействия производителей аппаратного и программного обеспечения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2010 — № 113. — 0,5 п. л. (авт. 0,3 п. л.).
12. Соловьев В. И. Динамическая модель конкуренции операционных систем Microsoft Windows и Linux // Вестник университета / ГУУ. — 2009. — № 33. — 0,9 п. л.
13. Соловьев В. И., Ильина Н. А., Самоявчева М. В. Равновесие Курно в модели взаимодействия производителей аппаратного и программного обеспечения на рынке информационных технологий // Вестник университета / ГУУ. — 2009. — № 33. — 0,65 п. л. (авт. 0,4 п. л.).
14. Соловьев В. И. Асимметрия информации на рынке лицензионного и нелицензионного программного обеспечения // Образование. Наука. Научные кадры. — 2008. — № 2. — 0,3 п. л.
15. Соловьев В. И. Реальные опционы как инструмент оценки эффективности инновационных проектов // Вестник университета / ГУУ. — 2007. — № 1 (19). — 0,7 п. л.
16. Соловьев В. И. Принцип максимума Понтрягина в задачах оптимального управления распределенными системами, подчиняющимися уравнениям в частных производных // Вестник университета / ГУУ. — 2005. — № 1 (10). — 0,65 п. л.
17. Соловьев В. И. Обобщенный принцип максимума как необходимое условие оптимальности в распределенной задаче оптимального управления с ограничениями в частных производных // Обозрение прикладной и промышленной математики. — 2004. — Т. 11. — № 1. — 0,15 п. л.
18. Соловьев В. И. Современные подходы к учету случайности, неопределенности и риска при анализе макроэкономических процессов // Вестник университета / ГУУ. — Информационные системы управления. — 2000. — № 3. — 1,25 п. л.

### Статьи в зарубежных реферируемых изданиях, включенных в системы цитирования

19. *Soloviev V. I., Kurochkin P. A., Zazuk A. V., Rendiuk A. V.* Innovative business models in the media industry // *Annales Universitatis Apulensis: Series Oeconomica*. — 2010. — V. 12. — № 1. — RePEc: <http://ideas.repec.org/a/alu/journal/v2y2010i12p21.html>. — SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1744144>. — 0,6 п. л. (авт. 0,5 п. л.).

20. *Soloviev V. I., Iliina N. A., Samoyavcheva M. V.* Cournot equilibrium in a model of hardware and software manufacturers' interaction // *Annales Universitatis Apulensis: Series Oeconomica*. — 2009. — V. 11. — № 1. — RePEc: <http://ideas.repec.org/a/alu/journal/v1y2009i11p4.html>. — SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1562725>. — 0,7 п. л. (авт. 0,5 п. л.).

21. *Soloviev V. I.* Mathematical Modelling of Co-opetition at the Modern IT Market // 2009 International Conference on Management Science and Engineering: 16th Annual Conference Proceedings: September 14—16, 2009, Moscow, Russia. — Piscataway, USA: IEEE, 2009. — DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ICMSE.2009.5318131>. — 0,2 п. л.

22. *Soloviev V. I.* Mathematical modelling of strategic commitments and piracy in Windows / Linux competition // 2008 International Conference on Management Science and Engineering: 15th Annual Conference Proceedings: September 10—12, 2008, Long Beach, USA. — Piscataway, USA: IEEE, 2008. — DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ICMSE.2008.4668886>. — 0,2 п. л.

### Публикации в других российских изданиях

23. *Соловьев В. И., Зазук А. В., Курочкин П. А.* Бизнес-модель гибридного программного обеспечения // Актуальные проблемы управления — Модернизация и инновации в экономике: Материалы 15-й Международной научной конференции: Москва, октябрь 2010 г. — Вып. 5. — М.: ГУУ, 2010. — 0,15 п. л. (авт. 0,1 п. л.).

24. *Соловьев В. И., Курочкин П. А., Ильина Н. А.* Моделирование стратегии взаимодействия производителей аппаратного обеспечения, разработчиков коммерческого и свободного программного обеспечения и пиратов // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Материалы Одиннадцатого всероссийского симпозиума: Москва, 13—14 апреля 2010 г. — Секция 2. Модели и методы разработки стратегии предприятия. — М.: ЦЭМИ РАН, 2010. — 0,2 п. л. (авт. 0,15 п. л.).

25. *Колемаев В. А., Соловьев В. И., Карандаев И. С., Малыгин В. И. и др.* Практикум по исследованию операций в экономике: Учебное пособие для вузов / Под ред. В. А. Колемаева и В. И. Соловьева. — М.: Вега-Инфо, 2010. — 12,25 п. л. (авт. 7,15 п. л.).

26. *Соловьев В. И.* Стохастическая модель диффузии инноваций // Математические методы в технике и технологиях — ММТТ—22: Сборник трудов XXII Международной научной конференции: Псков, 25—28 мая 2009 г. — Т. 8. Секция 8. Математические методы и задачи в экономике, менеджменте и гуманитарных науках. — Псков: ППИ, 2009. — 0,15 п. л.

27. *Соловьев В. И., Курочкин П. А.* Статическая модель смешанной дуополии на рынке серверных операционных систем // Математические методы в технике и технологиях — ММТТ—22: Сборник трудов XXII Международной научной конференции: Псков, 25—28 мая 2009 г. — Т. 8. Секция 8. Математические методы и задачи в экономике, менеджменте и гуманитарных науках. — Псков: ППИ, 2009. — 0,3 п. л. (авт. 0,2 п. л.).

28. *Соловьев В. И., Ильина Н. А., Самоявчева М. В.* Равновесие Курно при взаимодействии производителей аппаратного и программного обеспечения // Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие российской экономики». — М.: МЭСИ, 2009. — 0,2 п. л. (авт. 0,15 п. л.).

29. *Соловьев В. И.* Экономико-статистический анализ конкуренции коммерческого и некоммерческого программного обеспечения // Тезисы докладов V Международной научно-методической конференции «Совершенствование подготовки IT-специалистов по направлению «Прикладная информатика» для инновационной экономики». — М.: МЭСИ, 2009. — 0,2 п. л.

30. *Soloviev V. I., Piina N. A., Samoyavcheva M. V.* The role of agents' knowledge in a model of hardware and software manufacturers' interaction // Тезисы докладов Международной конференции «Институциональная экономика: развитие, преподавание, приложения». — М.: ГУУ, 2009. — 0,25 п. л. (авт. 0,15 п. л.).
31. *Колемаев В. А., Гатауллин Т. М., Малыхин В. И., Соловьев В. И. и др.* Математические методы и модели исследования операций: Учебник для вузов / Под ред. В. А. Колемаева. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. — 37 п. л. (авт. 5 п. л.).
32. *Соловьев В. И.* Теоретико-игровая модель конфликта на рынке лицензионного и пиратского программного обеспечения // Математические методы в технике и технологиях — ММТТ—21: Сборник трудов XXI Международной научной конференции: Саратов, 27—30 мая 2008 г. — Т. 8. Секция 8. Математические методы и задачи в экономике, менеджменте и гуманитарных науках. — Саратов: СГТУ, 2008. — 0,15 п. л.
33. *Soloviev V. I.* Optimal control of innovations diffusion in spatially heterogeneous economy // Конкурентоспособность в условиях информационного общества: Опыт стран БРИК: Материалы Международной научно-практической конференции: Москва, 22—24 октября 2008 г. — М.: ГУУ, 2008. — 0,2 п. л.
34. *Soloviev V. I.* Current state of Windows / Linux competition in the East-Asian server operating systems market // Модернизация экономики и развитие менеджмента: Материалы IX конференции Международной федерации ассоциаций менеджмента Восточной Азии (IFEAMA): Москва, 1—2 октября 2008 г. — М.: ГУУ, 2008. — 0,3 п. л.
35. *Соловьев В. И.* Модель смешанной дуополии производителей коммерческого и открытого программного обеспечения // Актуальные проблемы управления—2008: Материалы Всероссийской научной конференции: Москва, октябрь 2008 г. — Вып. 5. — М.: ГУУ, 2008. — 0,3 п. л.
36. *Соловьев В. И.* Оптимальное управление диффузией инноваций // Математическое моделирование социальной и экономической динамики (MMSED—2007): Труды 2-й Международной конференции: Москва, 20—22 июня 2007 г. — М.: РУДН, 2007. — 0,2 п. л.
37. *Соловьев В. И.* Обобщение принципа максимума Понтрягина для задачи оптимального управления нагревом стержня // Математические методы в технике и технологиях — ММТТ—18: Сборник трудов XVIII Международной научной конференции: Казань, 31 мая — 2 июня 2005 г. — Т. 2. Секция 2. Оптимизация и оптимальное управление технологическими процессами. — Казань: КГТУ, 2005. — 0,15 п. л.
38. *Соловьев В. И.* Принцип максимума Понтрягина для нелинейных задач оптимизации с уравнениями движения в частных производных // Нелинейный мир: Десятая междисциплинарная научная конференция: Тезисы докладов: Нижний Новгород, 27 июня — 2 июля 2005 г. — Нижний Новгород: ННГУ, 2005. — 0,1 п. л.
39. *Колемаев В. А., Соловьев В. И.* Об оптимальном управлении уровнем запаса при случайном спросе // Актуальные проблемы управления—2005: Материалы Международной научно-практической конференции: Москва, октябрь 2005 г. — Вып. 5. — М.: ГУУ, 2005. — 0,25 п. л. (авт. 0,15 с.).
40. *Soloviev V. I.* Optimal control of distributed systems and its applications in economics // Математическое моделирование социальной и экономической динамики (MMSED—2004): Труды Международной конференции: Москва, 23—25 июня 2004 г. — М.: РГСУ, 2004. — 0,25 п. л.
41. *Лелеков А. Г., Разумихин М. В., Соловьев В. И.* Государственное регулирование отношений в сфере средств массовых коммуникаций // Экономика. Управление. Культура: Сборник научных работ. — Вып. 7. — М.: Издательский центр научных и учебных программ, 2000. — 0,55 п. л. (авт. 0,2 с.).
42. *Соловьев В. И., Гостомельский А. В.* Проблемы автоматизации банковских систем // Программы. — 1997. — Т. 1. — № 2. — 0,25 п. л. (авт. 0,15 с.).
43. *Соловьев В. И., Гостомельский А. В.* Инвестиции, банки и автоматизация // Банковские технологии. — 1997. — № 9. — 0,15 п. л. (авт. 0,1 с.).

#### Тезисы докладов в зарубежных изданиях

44. *Soloviev V. I., Kurochkin P. A., Zazuk A. V., Rendiuk A. V.* Innovative business models in the media industry // International Workshop «Advanced Research and Trends in Accounting, Audit and Finance»: Program and Abstracts: November 5—6, 2010, Alba Iulia, Romania. — Alba Iulia, Romania: Universitatea «1 Decembrie 1918» Alba Iulia, 2010. — 0,1 п. л. (авт. 0,05 п. л.).

45. *Soloviev V., Iliina N., Kurochkin P.* Equilibrium in a market of computer hardware, proprietary, free and pirated software // Operations Research 2010: Mastering Complexity: International Conference: Program and Abstracts: September 1—3, 2010, Munich, Germany. — Munich, Germany: Universitaet der Bundeswehr Muenchen, 2010. — 0,1 п. л. (авт. 0,05 п. л.).

46. *Soloviev V., Iliina N., Kurochkin P.* Impact of piracy on competition of hardware manufacturers, proprietary and free software developers // 7th International Conference on Computational Management Science: Abstract Book: July 28—31, 2010, Vienna, Austria. — Vienna, Austria: Vienna University, 2010. — 0,15 п. л. (авт. 0,1 п. л.).

47. *Soloviev V. I., Iliina N. A., Kurochkin P. A.* Competition of hardware manufacturers, proprietary and free software developers, and pirates // Generating Innovative Solutions to Recurring Problems in the Global Business Environment: A multi-, Inter-, and Trans Disciplinary Approach to Formulating and Maintaining a Competitive Organizational Edge: Global Business and Technology Association Twelfth Annual International Conference: Readings Book: July 5—9, 2010, Mpumalanga, South Africa. — NY., USA: GBATA, 2010. — 0,5 п. л. (авт. 0,4 п. л.).

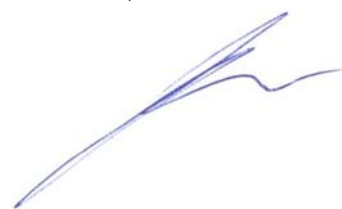
48. *Soloviev V., Iliina N., Kurochkin P.* Hardware vendors, proprietary and open source software developers and pirates co-opetition // ALIO/INFORMS Joint International Meeting 2010: Program and Abstracts: June 6—9, 2010, Buenos Aires, Argentina. — Baltimore, USA: Institute for Operations Research and the Management Sciences. — 0,1 п. л. (авт. 0,05 п. л.).

49. *Soloviev V. I.* Standards competition and cooperation at the computer hardware and software market // Business Strategies and Technological Innovations for Sustainable Development: Creating Global Prosperity for Humanity: Global Business and Technology Association Eleventh International Conference: Readings Book: July 7—11, 2009, Prague, Czech Republic. — NY., USA: GBATA, 2009. — 0,3 п. л.

50. *Soloviev V. I.* Competition of commercial and free software at the growing market // Sustainable Development through Technological Change: The Sixth International Conference on Management of Technological Changes (MTC—2009): Proceedings: September 3—5, 2009, Alexandroupolis, Greece. — Xanthi, Greece: Democritus University of Thrace, 2009. — 0,3 п. л.

51. *Soloviev V. I., Iliina N. A., Samoyavcheva M. V.* Cournot equilibrium in a model of hardware and software manufacturers' interaction // 3rd International Conference «Challenges of Contemporary Knowledge-Based Economy(ICMEA)»: Program and Abstracts: November 13—14, 2009, Alba Iulia, Romania. — Alba Iulia, Romania: Universitatea «1 Decembrie 1918» Alba Iulia, 2009. — 0,1 п. л. (авт. 0,06 п. л.).

52. *Soloviev V. I.* Duopoly of Linux and Microsoft as competing server operating systems // Evolution and Revolution in the Global Knowledge Economy: Enhancing Innovation and Competitiveness Worldwide: Global Business and Technology Association Tenth International Conference: Readings Book: July 8—12, 2008, Madrid, Spain. — NY., USA: GBATA, 2008. — 0,25 п. л.







**Владимир Игоревич СОЛОВЬЕВ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Специальность

08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»  
(экономические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
доктора экономических наук**

**Заказ №**

**Объем 2,2 п.л.**

**Тираж 100 экз.**

---

**ЦЭМИ РАН**

