

Санкт-Петербургский государственный университет

На правах рукописи

Салтан Андрей Анатольевич

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ АНАЛИЗА РЫНКА
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНЕГО
СЕТЕВОГО ЭФФЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОГО ПИРАТСТВА

Специальность 08.00.13

Математические и инструментальные
методы экономики

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:

к.т.н., профессор Ботвин Геннадий Алексеевич

Санкт-Петербург – 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПРОДУКТОВЫХ СТРАТЕГИЙ КОМПАНИЙ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ОТНОШЕНИИ ВЫПУСКАЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ.....	11
1.1. Особенности рынка программного обеспечения.....	11
1.1.1. Этапы становления рынка программного обеспечения и современные тенденции его развития	12
1.1.2. Ключевые характеристики рынка программного обеспечения	16
1.1.3. Понятие внешнего сетевого эффекта и оценка его влияния на рынок программного обеспечения.....	18
1.1.4. Оценка воздействия пиратства на развитие рынка программного обеспечения	37
1.1.5. Детерминанты функционирования рынка ПО.....	49
1.2. Анализ современных подходов к формированию продуктовых стратегий на рынке программного обеспечения.....	50
1.2.1. Стратегия ценообразования на рынке программного обеспечения и допущение доли пиратства	52
1.2.2. Стратегия дизайна линейки версий выпускаемого программного продукта.....	62
1.2.3. Современные тенденции дизайна продуктовой стратегии.....	68
1.2.4. Типология методов, используемых компаниями- производителями ПП при формировании продуктовой стратегии	70
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	72
2.1. Основные предпосылки разработанного комплекса моделей рынка программного обеспечения	72
2.2. Базовый модель рынка ПП	74
2.2.1. Список используемых обозначений	74

2.2.2. Распространение информации о ПП среди потенциальных пользователей.....	76
2.2.3. Определение потенциальными пользователями ценности от использования версии ПП.....	76
2.2.4. Поведения пользователей на рынке ПП.....	79
2.2.5. Принципиальная схема функционирования рынка ПП и математическая постановка задачи, решаемой в рамках базовой модели....	81
2.3. Модификации базовой модели рынка ПП.....	82
2.3.1. Список используемых обозначений	84
2.3.2. Поведение пользователей при существовании на рынке оригинальной, ознакомительной и пиратской версий ПП	84
2.3.3. Поведение пользователей при существовании на рынке оригинальной, демонстрационной и пиратской версий ПП.....	86
2.3.4. Схема функционирования рынка ПП в случае существования на рынке бесплатных версий ПП	87
2.4. Постановка задачи в рамках разработанного комплекса моделей	88
ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНЕГО СЕТЕВОГО ЭФФЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОГО ПИРАТСТВА.....	
3.1. Обоснование выбора среды моделирования.....	91
3.2. Разработка алгоритмов и процедур моделирования рынка программного обеспечения.....	92
3.2.1. Описание работы Модуля 1, реализующего моделирование распространения информации о ПП.....	93
3.2.2. Описание работы Модуля 2, реализующего моделирование поведения пользователей.....	94
3.2.3. Описание работы Модуля 3, реализующего обобщенное представление результатов моделирования для принятия управленческих решений.....	96

3.3. Вычислительный эксперимент	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
Список используемых источников	106
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Программная реализация алгоритма моделирования поведения потенциальных и существующих пользователей ПП	117

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Развитие информационных технологий привело к тому, что уже сейчас рынок программного обеспечения (ПО) вышел на одно из первых мест по масштабности, прибыльности и скорости роста. В связи с этим все более актуальными становятся необходимость систематического изучения этого рынка и выявление основных параметров (детерминант), определяющих его функционирование, с целью разработки методов и моделей анализа продуктовой стратегии компаний-производителей ПО, работающих на данном рынке.

Широкое распространение интернета привело к росту не санкционированного правообладателем использования цифровых товаров («пиратства»). Эта тенденция вызывает серьезные опасения как у компаний-производителей цифровых товаров, так и у юридического сообщества ввиду значительных потерь в виде недополученной прибыли. По данным аналитической компании Business Software Alliance за 2013 год 43% пользователей персональных компьютеров в мире признают использование ими пиратского программного обеспечения. Стоит отметить, что в РФ 62% всех установленных версий программных продуктов (ПП) являются пиратскими. При этом на протяжении последних нескольких лет темпы снижения уровня пиратства в РФ признаются одними из самых высоких в мире (на 11% по сравнению с 2007 годом). Во многих странах эффективность использования правовых методов, доступных органам государственной власти, мала по причине неуважительного отношения пользователей к законодательству в области авторского права или недостаточному уровню знания о нем. Это требует активного привлечения к решению проблемы пиратства самих компаний-производителей, которые в рамках формирования продуктовой стратегии имеют возможность использовать механизмы, способные снизить уровень распространенности нелегальных версий ПП.

Развитие большинства компаний происходит в условиях неопределенности и в большинстве случаев трудно прогнозируемой внешней и внутренней среды. Такое положение дел приводит компанию-производителя программных продуктов к необходимости построения аппарата принятия гибких управленческих решений по выбору продуктовой стратегии, обеспечивающих возможность адекватно и быстро отвечать на предпочтения потенциальных потребителей и запросы рынка. Существующие на данный момент модели и методы позволяют выявить механизмы функционирования рынков ПП и провести качественный анализ факторов, определяющих его развитие. Но их применение как инструментов количественного анализа рынка продуктов весьма ограничено. В этой ситуации разработка методов и моделей для формирования продуктовой стратегии на основе динамического представления поведения пользователей ПО, в условиях внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства является крайне актуальной и важной задачей.

Степень разработанности направления исследования. Вопросами, рассматриваемыми в данном диссертационном исследовании, в различной степени ранее занимались российские и зарубежные ученые.

Традиционно изучение индустриальных рынков и продуктовых стратегий компаний на этих рынках ведется средствами микроэкономического анализа. Также были использованы результаты Х. Р. Вэриана, М. Л. Катца, Дж. Фаррелла, К. Шапиро и Н. Экономайеса по проблематике рынков сетевых товаров и услуг. В основу диссертационного исследования легли работы М. Гивона, К. Р. Коннера, Р. П. Рамелта, В. И. Соловьева, Л. Н. Такеямы, О. Шая. Предложенные в академических работах указанных авторов модели сравнительной статистики позволяют выявить механизмы функционирования рынков ПП и провести качественный анализ факторов, определяющих его развитие. Вместе с тем за последние несколько лет все чаще для количественной оценки эффективности продуктовых

стратегий компаний-производителей ПО используется аппарат имитационного моделирования.

Также в рамках исследования были использованы работы В. Л. Макарова, Г. Б. Клейнера, Б. З. Мильнера в области оценки нематериальных активов; А. Н. Козырева, С. А. Середы, посвященные изучению особенностей функционирования рынков нематериальных товаров при наличии пиратства; Е.В. Стельмашонок, И.В. Ильина в области информационной безопасности.

Цели и задачи исследования. Целью настоящей диссертационной работы является разработка комплекса моделей, методов и алгоритмов анализа рынка программного обеспечения и формирования продуктовой стратегии при наличии внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи диссертационного исследования:

- 1) Проведена систематизация существующих подходов и моделей анализа рынков ПО с целью определения ключевых детерминант рынка.
- 2) Предложена типологизация методов, используемых компаниями-производителями ПП при формировании продуктовой стратегии.
- 3) Предложен комплекс математических моделей и методов в динамике описывающие функционирование рынка ПО, позволяющих проводить оценку эффективности продуктовой стратегии при наличии внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства.
- 4) Выполнено проектирование алгоритмов и инструментальных методов моделирования рынка ПО для анализа эффективности продуктовой стратегии компаний-производителей.

Предмет и объект исследования. Предметом исследования являются взаимоотношения на рынке ПП и продуктовая стратегия компаний-производителей ПП с учетом существования внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства. Объектом исследования являются

компаний-производители ПП и пользователи ПП. Под компаниями-производителями ПП понимаются предприятия, занимающиеся исследованиями, разработкой, распространением и сопровождением ПО, под пользователями ПП мы будем понимать фирмы, рассматривающие возможность приобретения выпускаемого ПП с целью использования его в своей операционной деятельности.

Методологическую и теоретическую основу работы составляют научные труды и исследования российских и зарубежных экономистов, посвященные разработке математических моделей и их анализ в области теории компьютерного пиратства, внешних сетевых эффектов и стратегий компаний-производителей программного обеспечения, а также модели взаимодействия участников рынка программного обеспечения.

Эмпирической и информационной базой работы послужили законодательные акты Российской Федерации, аналитические материалы научно-исследовательских учреждений, информационных агентств и служб, материалы печатных и электронных СМИ и Интернета, содержащие данные по рынку программного обеспечения. В работе проанализированы данные Федеральной службы государственной статистики и аналитические отчеты международных организаций и компаний-производителей ПО, а также монографии, брошюры и публикации в периодической печати.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке комплекса динамических моделей для анализа рынка программного обеспечения с учетом наличия внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства и развитии инструментальных методов исследования этого рынка.

Наиболее существенные новые научные результаты, полученные лично соискателем и выносимые на защиту.

1. Проведена систематизация существующих подходов и моделей для анализа рынка ПО. На основе проведенного анализа выявлены ключевые

детерминанты функционирования рынка ПО, использованные при разработке математических методов и моделей анализа рынка.

2. Предложена типология методов, используемых компаниями-производителями ПП при формировании продуктовой стратегии.

3. Разработан комплекс экономико-математических моделей и методов, в динамике описывающих функционирование рынка ПО, позволяющих проводить анализ возможных продуктовой стратегии компании-производителя ПО и выбирать среди них оптимальную с точки зрения целевых критериев.

4. Реализованы алгоритмы и инструментальные методы моделирования рынка ПО для анализа эффективности продуктовой стратегии компаний-производителей.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке комплекса математических моделей анализа рынка ПП, позволяющего в отличие от существующих на данный момент моделей, в динамике исследовать поведение потенциальных пользователей и проводить анализ эффективности продуктовой стратегии компании-производителя при наличии внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства.

Практическая значимость диссертационного исследования выражается в возможности использования разработанных инструментальных методов при принятии управленческих решений о формировании стратегий компании-производителя в отношении выпускаемых ПП, максимально полно отвечающих характеристикам выпускаемых ПП и особенностям рынков их реализации.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения и идеи диссертации были изложены и обсуждены на следующих конференциях:

1) 4-я ежегодная научная конференция «Современный менеджмент: проблемы, гипотезы, исследования», 2011 год, Москва, Национальный исследовательский университет – Высшая школа экономики.

2) 17-я ежегодная международной конференции молодых ученых-экономистов «Предпринимательство и реформы в России», 2011 год, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет.

3) Международная школа-семинар «Бизнес-информатика: состояние, проблемы и перспективы». 2013 год, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет.

Отдельные положения диссертации, в частности подход к моделированию поведения пользователей на рынке товаров длительного пользования, систематизация методов формирования продуктовой стратегии для ПП, выводы теоретической модели используются при преподавании курса «Маркетинг программного обеспечения» на экономическом факультете СПбГУ. Разработанные программные методы используются как инструменты поддержки принятия управленческих решений компании в вопросах выбора продуктовой стратегии ПП в компании ЗАО «НИИ Спецпроектов».

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 7 работ общим объемом 2,5 п.л., в том числе 3 статьи объемом 1,52 п.л. опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем работы обусловлены целью, задачами и логикой исследования. Диссертация включает введение, три главы, заключение, библиографический список из 102 наименований, а также 1 приложение. Работа изложена на 120 страницах, включая приложения, и содержит 8 рисунков и 9 таблиц.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПРОДУКТОВЫХ СТРАТЕГИЙ КОМПАНИЙ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ОТНОШЕНИИ ВЫПУСКАЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ.

В первой главе диссертационного исследования проводится анализ рынка программного обеспечения, современных тенденций его развития, а также возможных стратегий компаний-производителей программного обеспечения по позиционированию и продвижению выпускаемых программных продуктов на рынке.

1.1. Особенности рынка программного обеспечения

Согласно действующему ГОСТ 19781–90 термин программа определяется как «данные, предназначенные для управления конкретными компонентами системы обработки информации в целях реализации определенного алгоритма», а программное обеспечение в целом как «совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ». [1]

Согласно одной из классификаций все ПО, работающее на компьютере, можно условно разделить на три категории [29]:

- Системное ПО;
- Прикладное ПО;
- Инструментальное ПО;

Системное программное обеспечение – это комплекс программ, которые обеспечивают эффективное управление компонентами вычислительной системы, такими как процессор, оперативная память, каналы ввода-вывода, сетевое оборудование, выступая как «межслойный

интерфейс» с одной стороны которого аппарата, а с другой приложения пользователя.

Прикладное программное обеспечение или приложения – программы, предназначенные для выполнения определенных пользовательских задач и рассчитанные на непосредственное взаимодействие с пользователем. Системное ПО лишь обеспечивает работу других программ, управляет аппаратными ресурсами вычислительной системы, в то время как прикладное программное обеспечение призвано решать конкретные задачи, нужные пользователю. В большинстве операционных систем прикладные программы не могут обращаться к ресурсам компьютера напрямую.

Инструментальное программное обеспечение – программное обеспечение, предназначенное для использования в ходе проектирования, разработки и сопровождения прикладного и системного ПО.

Наибольший интерес в рамках данного исследования представляют компании-производители прикладного программного обеспечения, поэтому в дальнейшем под программным продуктом будет пониматься именно прикладное ПО.

1.1.1. Этапы становления рынка программного обеспечения и современные тенденции его развития

История формирования рынка программного обеспечения подробно рассмотренная в работах [4], [62], [72], позволяет выделить пять основных этапов развития рынка программного обеспечения:

- I. Комплексные ИТ-проекты (1949 – 1959 гг.)
- II. Появление программных продуктов индивидуального использования (1959 – 1969 гг.)
- III. Окончательное разделение аппаратного и программного обеспечения (1969 – 1981 гг.)

IV. Программное обеспечение как продукт массового потребления (1981 – 2003 гг.)

V. Программное обеспечение в эпоху сети Интернет (2003 – настоящее время)

До широкого развития и распространения сети Интернет доминирующим способом продажи программного обеспечения являлась так называемая «коробочная» продажа ПО, которую теперь обоснованно называют «программное обеспечение как продукт» (Software as a Product, SaaS). При такой форме продажи ПО покупатель приобретал диск с установочной версией в магазинах компьютерной техники. Развитие сети Интернет привело к появлению еще одной формы распространения коммерческого программного обеспечения – аренде программного обеспечения. При распространении программного обеспечения по модели аренды само программное обеспечение остается в собственности производителя, а пользователь получает право использования программного продукта в течение оговоренного срока. Модель аренды программного обеспечения возникла в середине 1990-х годов под названием ASP – Application Service Providing. Однако она не получила широкого распространения, не смотря на всю привлекательность самой идеи. Основными причинами подобной неудачи были как проблемы связанные с недостаточной развитостью сети Интернет так и тот факт, что программное обеспечение, предоставляемое по модели ASP, не было должным образом адаптировано к использованию по каналам удаленного доступа. Тем не менее, в начале 2000-х годов аренда как форма распространения программного обеспечения снова начала использоваться компаниями-производителями программного обеспечения. Компаниями были разработаны механизмы, при которых пользователь приобретал лицензию на ограниченную по времени работу с программным продуктом, и по истечению указанного в лицензионном контракте времени программа

блокировалась и пользователь лишался возможность работы с ней. Первыми эту модель начали внедрять компании-производители антивирусного программного обеспечения, предлагая годовые лицензии на обновление баз данных. Одна из причин первоначального медленного развития подобной модели связана с отсутствием возможности у компании-производителя контролировать процесс использования выпускаемого им программного продукта из-за отсутствия встроенных механизмов мониторинга в операционной системе. Ситуация начала меняться после 2010 года. В январе 2011 года компания Apple запустила интернет-магазин приложений App Store под управлением операционной системы Apple на базе интернет-магазина аудио и видео контента iTunes. Ранее подобный интернет-магазин был разработан для пользователей мобильных устройств компании Apple iPhone и Apple iPad. Компания Apple к тому времени уже имела опыт аренды цифровых товаров – в интернет-магазине iTunes уже несколько лет присутствовала возможность как приобрести версию кинофильма, так и взять ее в аренду на несколько дней. Подобный магазин приложений был также интегрирован в новую операционную систему Windows 8, выпущенную компанией Microsoft в 2013 году.

В последнее время начала набирать обороты модель распространения ПО, получившая название «программное обеспечение как услуга» (Software as a Service, SaaS), идеологически близкая к модели ASP и немного отличающаяся от аренды в классическом понимании. Вместо того чтобы покупать дистрибутив и самостоятельно устанавливать программное обеспечение, пользователи оплачивают доступ к приложениям, которые размещены уже на серверах поставщиков услуг или компании-производителя. Стоит отметить, что небольшие компании-разработчики того или иного программного продукта в большинстве случаев сами же являются и поставщиками SaaS-решений на основе этого продукта. Крупные же компании делегируют эту функцию

своим официальным партнерам-дистрибьюторам. В подавляющем большинстве случаев доступ к приложениям осуществляется через стандартный интернет-браузер или так называемый «легкий клиент». В основе этой модели лежит новая парадигма – компании больше не предлагают покупать программное обеспечение как продукт, а предоставляют возможность покупать решения конкретных бизнес-задач. Наибольшее распространение среди корпоративного программного обеспечения, используемого по модели SaaS, за исключением почтовых и офисных программ, получили системы классов CRM (Customer Relationship Management, Управление взаимоотношениями с клиентами), HRM (Human Resources Management, Управление человеческими ресурсами) и ERP (Enterprise Resource Planning, Управление ресурсами предприятия). Изначально разработчики позиционировали SaaS-системы как продукты для компаний малого и среднего бизнеса, однако со временем они нашли более широкое применение, как в корпоративной среде, так и среди пользователей – физических лиц.

Еще одной формой распространения программного обеспечения, активно развивающейся в последнее время, является распространение по подписке на обновления. В этом случае пользователь приобретает право постоянного пользования программным продуктом, а также право на регулярное получение новых версий и обновлений продукта, т.е. в отличие от аренды программного обеспечения и использования SaaS сервисов, пользователю предоставляется возможность покупки права работать с последней версией программного продукта в течение определенного периода времени (как правило, больше срока существования версии программного обеспечения на рынке).

1.1.2. Ключевые характеристики рынка программного обеспечения

В экономической теории под рынком традиционно понимается совокупность экономических отношений, основанных на взаимном согласии, эквивалентности и конкуренции, между субъектами рынка по поводу движения товаров, услуг и денег [5].

Субъектами рынка программного обеспечения являются:

- компании-производители программного обеспечения;
- пользователи программного обеспечения;
- производители пиратских версий программного обеспечения.

С точки зрения пользователей программного обеспечения рынок программного обеспечения делится на два больших сегмента:

- потребительский рынок (рынок физических лиц);
- корпоративный рынок (рынок юридических лиц).

Существует неопределенность в том, что именно продается и покупается на рынке программного обеспечения. С одной стороны, предметом торговли является услуга – предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения, с другой стороны, продается продукт – само программное обеспечение, ведь пользователь пиратской копии получает продукт с таким же функционалом, что и пользователь оригинальной лицензионной копии, только его издержки по приобретению выражаются не ценой покупки, а затратами на поиск пиратской копии и возможным штрафом за использование пиратской копии.

Программное обеспечение является примером товара длительного пользования, т.е. может использоваться в течение некоторого продолжительного периода времени. Программное обеспечение с течением времени своего использования подвержено лишь моральному износу, но не

физическому износу. Вместе с тем, сами компьютеры, без использования которых работа с ПО невозможна, подвержены физическому износу, соответственно смена компьютерных комплектующих приводит к необходимости замены и программного обеспечения, причем как операционных систем, так и прикладного программного обеспечения, разрабатываемого под конкретную версию операционной системы.

Отличительной особенностью программных продуктов по сравнению с другими информационными благами, такими как, к примеру, DVD-фильмы или mp3-треки, и продуктами длительного использования является специфика жизненного цикла. Для программных продуктов характерна последовательная серия обновлений версий с внесением изменений как в функционал, так и в интерфейс программного продукта. Часть подобных изменений носит характер регулярного выпуска обновлений и их пакетов, однако, разработка и внесение других дает право компании-производителю говорить о выпуске новой версии программного продукта.

Новая версия замещает на рынке старую и продается по цене большей или равной предыдущей. При этом компании нередко предлагают пользователям предыдущей версии купить новую с существенной скидкой к рыночной цене, что позволяет трактовать выпуск новой версии для уже существующих пользователей как обновление, но уже платное. Разброс в частоте выпуска обновлений сильно зависит от специфики программного обеспечения и варьируется от полугода (программный продукт Matlab компании MathWorks) до 5-7 лет (операционные системы Windows компании Microsoft). Таким образом, поток денежных средств от покупателя, приобретающего последовательно версии программного обеспечения, представляет собой последовательность денежных поступлений с периодом в большинстве случаев равным периоду обновления версий. Поэтому, с одной стороны, можно говорить о том, что каждая версия является самостоятельным продуктом, а с другой, что она находится в цепочке версий.

1.1.3. Понятие внешнего сетевого эффекта и оценка его влияния на рынок программного обеспечения

Под сетевым эффектом программного продукта мы будем понимать увеличение ценности от использования программного продукта с ростом общего числа пользователей, использующих этот продукт. Таким образом, ценность от использования программного продукта можно условно разделить на две части – внутреннюю и сетевую. Внутренней ценностью от использования программы обработки текста, к примеру, является ценность от эксплуатации его функциональных возможностей для просмотра, создания и редактирования текстовых документов. Сетевая ценность выражается в возможности обмена файлами и совместной работы с другими пользователями (прямой сетевой эффект) и легкости получения консультации по работе программы из различного рода источников (косвенный сетевой эффект).

Вместе с тем, оценивая внутреннюю и сетевую ценности разных программных продуктов, можно видеть, что соотношение между внутренней и сетевой ценностью будут меняться от продукта к продукту. К примеру, внутренняя ценность мессенджера (Skype) будет близка к нулю. Другим примером может служить электронный словарь (Abbyu Lingvo), у которого наоборот уже сетевая ценность близка к нулю.

Интенсивность инновационной активности и повышенная конкуренция являются одними из ключевых особенностей рынков программного обеспечения. Это приводит к тому, что только наиболее адаптивные и инновационно активные фирмы конкурентоспособны. В целом, можно рассматривать рынок программного обеспечения как рынок монополистической конкуренции ([26], [38], [39]).

Исследование эффектов, связанных с образованием сетей в экономике, имеет давнюю историю. К первым исследованиям можно отнести работы Веблена по изучению внешнего эффекта, которые датируются концом 19

века. К настоящему моменту в экономике наблюдается целый ряд эффектов, связанных с явлением образования сетей потребителей тех или иных товаров и услуг. В [14] сформулирован результат, основанный на увеличении прибыли правообладателя благодаря существованию сообществ. Сообщества представляют собой непересекающиеся объединения разнородных в своей ценности людей, которые совместно принимают решение об использовании того или иного товара. Авторы выделяют позитивный эффект, получивший название «эффект накопления» (от англ. aggregation effect), заключающийся в том, что разброс ценности от использования товара для пользователей в случае их объединения в сообщества уменьшается, при том условии, что процесс определения ценности проходит у каждого пользователя независимо, а все сообщества имеют одинаковый размер. В свою очередь, компания-производитель имеет возможность увеличивать цену на свой товар, что приводит к повышению ее прибыли.

В [34] приведена обобщающая классификация подобных эффектов. Авторы предлагают классификацию как по типу воздействия (статический или динамический), так и по стороне взаимодействия, на которую этот эффект оказывает воздействие (сторона спроса или предложения). Таким образом, авторы выделяют четыре типа экономических эффектов: эффект присоединения к большинству, сетевой эффект, эффект отдачи от масштаба и эффект накопления опыта (см. Таблица 1).

Таблица 1

Сравнение экономических эффектов, связанных с образованием сетей

	Статический анализ	Динамический анализ
Со стороны спроса	Эффект присоединения к большинству	Сетевой эффект
Со стороны предложения	Эффект отдачи от масштаба	Эффект накопления опыта

В рамках настоящей работы интерес представляет как раз рассмотрение сетевых эффектов.

Ценность использования некоторых категорий товаров и услуг зависит от общего числа пользователей этих товаров или услуг. Более того, многие товары ориентированы на то, что ими одновременно будут пользоваться многие пользователи. Такие товары имеют практически нулевую ценность, если они используются в одиночку. Кроме того, целый ряд товаров ориентирован на совместное использование с другими товарами, когда как их одиночное использование может не создавать ценность для пользователя вообще. Потребители, пользуясь описанными выше категориями товаров или услуг, создают между собой сети, в которых ценность использования этих товаров или услуг увеличивается, по мере того, как другие потребители начинают использовать те же товары и услуги. Рынок товаров или услуг, на котором наблюдаются подобные зависимости, называется сетевым рынком с внешними положительными сетевыми эффектами.

Важность сетевого эффекта для развития рынка по оказанию услуг телефонной связи была впервые сформулирована Теодором Вейлем, президентом компании Bell Telephone, как довод в пользу необходимости монополизации рынка этих услуг в США в 1908 году. Первой академической работой в области сетевых эффектов можно считать работу сотрудника компании Bell Telephone Н. Литкинсома, опубликованную в 1917 году, в которой автор на примере своей компании объясняет, что ценность оказываемых компанией услуг имеет квадратичную зависимость от количества клиентов. Изучение сетевых эффектов вышло на принципиально новый уровень с появлением компьютеров, мобильных телефонов, сети Интернет. При этом оказалось, что наличие внешних сетевых эффектов невозможно объяснить в рамках традиционной экономической теории (см. [67], [69], [71]). Процесс изучения сетевых эффектов, начавшийся с изучения эффекта положительной обратной связи, причин их возникновения,

выявления закономерностей в проявлении активно ведется в последние двадцать лет.

Эмпирические исследования указывают на то, что покупатели очень часто основывают свои решения не на логических предположениях, а на лояльности к актуальному в конкретный момент общему тренду, базирующемуся, как правило, на несовершенной информации (см. [21], [88]). Подобные взаимовлияния обуславливают высокую актуальность задачи по управлению распространением информации. Сообщения о запуске нового продукта или об усовершенствовании совместимости влияет на решение покупателя, что в свою очередь оказывает эффект на будущее развитие компании [94]. Таким образом, репутация компании производителя программного обеспечения является залогом успеха производимого ею программного продукта, который может поддерживаться доверительными авансовыми инвестициями со стороны покупателей и инвесторов [71]. Для обозначения подобных явлений, связанных с эффектами обратной связи, был введен термин «сетевые эффекты».

К настоящему моменту в академической литературе по экономическим наукам можно встретить несколько разного уровня и глубины проработки подробностей и детализации определений для сетевых эффектов. В классической работе [67] авторы определяют положительные внешние сетевые эффекты как «полезность, которую потребитель получает от использования блага», которая «увеличивается с ростом числа агентов, использующих (то же самое) благо». Те же авторы в [71] определяют сетевые эффекты как «ценность принадлежности (к сети) для потребителя, на которого оказывается положительное влияние, когда другой потребитель присоединяется к сети, увеличивая ее». В [35] подчеркивается, что «сетевой эффект существует, если ценность использования положительно зависит от общего количества потребителей, приобретающих совместимые товары».

Подобная широта приведенных выше определений позволяет также отнести средства массовой информации (газеты, телепрограммы), стандарты кодирования и хранения видео (VHS, DVD, BlueRay), раскладки клавиатуры (QWERTY) к примерам товаров и услуг, создающих при использовании сетевые эффекты. Подавляющее большинство видов потребления с положительной обратной связью (positive feedback) как со стороны производителя, так и со стороны потребителя могут быть отнесены к категории «сетевых экстерналий». Первыми с критикой широкого использования термина сетевого эффекта выступили Либовитз и Марголис. Авторы выражали несогласие с трактовкой всех видов экономических явлений как сетевых эффектов и предлагали определять сетевые экстерналии как основополагающую составляющую определенных видов сетевых эффектов, «в которых равновесие отражает нереализованный выигрыш от взаимодействия относительно участников сети» [77]. Разница между сетевыми эффектами и сетевыми экстерналиями в том, что последние существуют, если участники рынка не смогли эти эффекты интернализировать. Даже если отдельные пользователи обычно не могут непосредственно интернализировать эти эффекты от наличия сети, другие участники рынка, такие как компании-производители, могут это сделать. В этом случае, соответствующие сетевые эффекты уже не являются экстерналиями. Несмотря на то, что наибольший интерес академического сообщества прикован к изучению явления положительных внешних сетевых эффектов, явление отрицательных внешних сетевых эффектов также имеет место [79].

Некоторые товары могут иметь практически нулевую ценность, если используются по отдельности, в то время как в сочетании с другими товарами или при одновременном использовании этого товара другими пользователями, многократно увеличивают свою ценность. Именно на рынках таких товаров и возникают внешние сетевые эффекты. Николас

Экономидес в [46] вводит термин «сетевого рынка», то есть рынка, на котором внешние сетевые эффекты играют важную роль. Рынки товаров, создающих сетевые эффекты, по многим экономическим показателям и характеристикам отличаются от других рынков. Эти особенности либо непосредственно вытекают из особенностей товаров, т.е. наличия сетевых экстерналий, либо являются следствием специфики конкурентного взаимодействия на этих рынках. Важным моментом является то, что сетевые эффекты могут приводить к сбою рынка, т.е. к ситуации, при которой рыночный механизм координации не обеспечивает эффективного разделения рынка. Во многих из уже упомянутых выше работах, посвященных изучению сетевых эффектов, отмечается возможная неэффективность рынка, но природа этой неэффективности подчас различна. Рассмотрение основных характеристик сетевых рынков и причин возникновения указанной неэффективности представлены подробнее в последующих параграфах.

Классификация сетевых эффектов

Традиционно выделяют два типа сетевых эффектов: прямые и косвенные. Прямые сетевые эффекты, или иначе они называются эффектами горизонтального действия, возникают вследствие прямой зависимости ценности использования товара или услуги от общего количества пользователей того же самого товара или услуги другими пользователями [67]. С экономической точки зрения, увеличение числа участников сети приводит к повышению отдачи от масштаба, что создает дополнительные конкурентные преимущества в виде возможности снижения цены или инвестиций в улучшение качества. Таким образом, с точки зрения методов интернализации прямых сетевых эффектов, они могут быть подразделены на прямые эффекты, влияющие на ценообразование товара, и прямые технологические эффекты, увеличивающие полезность потребителей от использования товара [77].

Косвенные сетевые эффекты или эффекты вертикального действия возникают в том случае, когда ценность товара или услуги увеличивается с ростом использования взаимодополняющих товаров или услуг [46]. Иными словами, если драйвером прямых сетевых эффектов является база пользователей, то драйвером косвенных сетевых эффектов выступает рынок совместимых товаров и услуг. Примером косвенных сетевых эффектов является взаимосвязь персональных компьютеров и совместимого с ним программного обеспечения или операционной системы и совместимых с ней приложений.

Как прямые, так и косвенные сетевые эффекты могут быть положительными или отрицательными. Когда они сосуществуют, может возникнуть как ситуация взаимной компенсации, так и преобладание одних над другими. Таким образом, можно выделить четыре типа сетевых эффектов: положительные прямые, отрицательные прямые, положительные косвенные и отрицательные косвенные сетевые эффекты.

Другой классификацией сетевых эффектов, возникающей на рынке программного обеспечения, является классификация, предложенная в [72]. Автор выделяет три типа сетевых эффектов:

- пользовательские эффекты;
- программные эффекты;
- системные эффекты.

Под пользовательскими эффектами автор понимает эффекты, возникающие вследствие увеличения количества пользователей. Программные эффекты возникают при увеличении ценности пользователей в результате роста количества приложений, совместимых с операционной системой или аппаратным обеспечением. Системные же эффекты появляются, в свою очередь, в результате взаимозависимости между программным и аппаратным обеспечением.

Рассмотрим ключевые характеристики сетевых эффектов и сетевых рынков подробнее.

Возникновение сетевого эффекта и проблема критической массы.

Сетевые рынки характеризуются положительными и отрицательными цепями обратной связи (см. [71], [23], [88]). Когда потребители изначально осознают, что приобретаемые ими товары или услуги создают сетевые эффекты, их ожидания по поводу общего количества пользователей (и действующих, и тех, которые могут появиться в ближайшем будущем) оказывают очень сильное влияние на уровень продаж товара или услуги и на сетевую компоненту функции полезности других пользователей.

Фирмы, выпускающие конкурирующие между собой товары, в случае наличия сетевого эффекта будут пытаться влиять на ожидания потребителей, с тем чтобы повысить уровень продаж, занимаемую долю рынка и, как результат, свою прибыль. Особенно напряженной будет борьба, если потребители не располагают достоверной информацией об общем количестве пользователей того или иного товара или услуги. Объемы продаж часто преувеличивают, с тем чтобы создать у потребителей ложное впечатление о доминирующей популярности товара. Конкуренция между OS/2 и Microsoft Windows в 1992 году показывает, как компании-производители пытаются оказать влияние на потребительские ожидания. И компания IBM, являющаяся разработчиком OS/2, и Microsoft объявили о большей распространенности именно своей версии операционной системы, завышая объемы своих продаж и занижая объемы продаж конкурента [21].

Функция спроса на программный товар есть функция от цены и ожидаемого размера сети, т.е. количества потребителей, которые выберут этот же программный товар (см. [67], [71], [23]). Связанная с этим проблема заключается в том, что на начальном этапе в силу отсутствия координации, может сложиться ситуация, когда никто не будет выбирать этот товар или когда никаких совместимых товаров на рынке представлено не будет. Эта

проблема усиливается, если несетевая ценность товара существенно меньше сетевой ценности, которая может возникнуть в случае успешного распространения этого товара. Классическими примерами являются ситуации из телекоммуникационной отрасли. В случае использования сотовых телефонов, несмотря на наличие в современных гаджетах больших возможностей, существенно расширяющих функционал, не связанный с возможностью коммуникации, их несетевая ценность в разы меньше сетевой.

При исследовании рынков цифровых товаров получила широкое распространение концепция, получившая название критической массы.. В основе этой концепции лежит допущение о том, что продукт интересен потенциальному покупателю, только если количество покупателей, которые уже приобрели этот продукт, превышает определенную величину, которая и называется критической массой [48]. Существование критической массы на рынках с сетевым эффектом позволяет предположить, что устойчивый рост сети требует наличия минимального ненулевого устойчивого размера сети [46]. В работе [48] авторы интерпретируют проблему критической массы как проблему «курицы и яйца» («chicken and the egg»). Проблема заключается в том, что ожидаемый размер сети слишком мал, чтобы побудить потребителей приобщаться к ней. В свою очередь, по той причине, что потребители не готовы присоединяться к сети, ожидаемый размер сети незначителен. Также в работе приводится мультипликативная модель спроса, с опорой на которую показано, что структура рынка не влияет на наличие или размер минимальной критической массы.

Дилемма кроется в том, что программное обеспечение с малой базой пользователей создает значительные проблемы, если его полезность в первую очередь базируется на сетевой ценности. Ранние последователи подвержены риску приобретения товара, которым не будут пользоваться в том случае, если приобретаемый продукт не получит поддержки критической массы покупателей. Данная проблема становится еще более актуальной в

случае, если это первый продукт, выпускаемый компанией-производителем, а также при существенных барьерах входа на рынок ПО, сдерживающих на нем эффективную конкуренцию. В силу подобных причин критическая масса играет одну из главных ролей в рассматриваемых сетевых эффектах. Тем не менее, современные подходы к количественному измерению критической массы на сетевых рынках не являются однородными. Согласно ряду исследований критическая масса составляет 10-20% общего числа пользователей. Концепция критической массы сетей пользователей является отправной точкой для изучения рассматриваемых ниже особенностей сетевых рынков.

Нестабильность сетевых рынков и зависимость от пройденного пути. В работе [21] рынки товаров, создающие сетевые эффекты, характеризуются как «неустойчивые» («tippy»), т.е. рынки, склонные к нестабильности. Стабильное развитие сетевых рынков это отдельная область изучения современной экономической теории. В то время как одни исследования допускают наличие постоянной тенденции к монополизации, другие подчеркивают конечный характер развития рынков программного обеспечения, представляющий собой серию периодических монополистических форм [77]. Классический пример неустойчивого сосуществования несовместимых товаров – уже упоминавшиеся выше рынки стандартов записи информации на кассеты и диски: VHS vs. Betamax и Blue Ray vs. HD DVD. Нестабильность приводит к тому, что доминирование одной технологии сегодня не гарантирует ее успех завтра, не говоря уже о более отдаленной перспективе, когда рынок может быть захвачен новой третьей, доселе никому не известной технологией. Кроме того, в работе [23] приведен еще один пример подобной неустойчивости, которая наблюдалась на рынке конкурирующих технологий видеокодирования телевизионных кабельных каналов.

Можно выделить несколько причин, объясняющих подобную нестабильность сетевых рынков. На модельном уровне в работе [67] показано, что подобная нестабильность связана с наличием нескольких ситуаций равновесия, переключение между которыми может происходить довольно быстро. Также следует отметить, что нестабильность возникает, если ожидаемые объемы продаж отличаются от текущих, а значит потенциал товара на рынке может не быть раскрыт к настоящему моменту, но реализован позднее. Потребители могут владеть такой информацией и брать ее в расчет при принятии решения.

Достаточно часто потребители сталкиваются с различными препятствиями, если хотят переключиться между сетями (т.е. отказаться от использования одного товара в пользу другого), поскольку в большинстве случаев наблюдается отсутствие необходимой совместимости. Затраты на преодоление таких барьеров называются «издержками переключения» (Switching Costs). Издержки переключения также могут привести к рыночной неэффективности за счет сдерживания пользователей в принятии новых более передовых технологий, при этом неэффективность увеличивается, если сетевой эффект, создаваемый старой технологией, велик.

Например, когда пользователь персонального компьютера под управлением операционной системы Windows принимает решение перейти на персональный компьютер производства компании Apple под управлением операционной системы Mac OS, то ему необходимо проанализировать и оценить, не только доступность и разнообразие программных приложений для новой операционной системы, но также и усилия, необходимые на адаптацию к ее особенностям.

Проблемы, вызванные зависимостью от пройденного пути (path dependence) на рынках товаров, демонстрирующих положительные сетевые эффекты, на модельном уровне были впервые проанализированы в работах [40], [13]. Зависимость от пройденного пути может порождать

неэффективность, связанную с тем, что очень небольшие первоначальные различия в условиях могут с течением времени приводить к очень существенным отклонениям, преодоление которых будет очень затратным [77]. Важность решений, принимаемых на ранней стадии распространения товара, очень остро проявляется именно для тех товаров, которые создают сильные сетевые эффекты.

В работе [41] авторами отмечается, что компании сталкиваются с двумя альтернативами при разработке нового программного продукта. Одна из них состоит в том, чтобы новый продукт являлся обновлением уже существующего, другая – в выпуске продукта, являющегося заменой существующего. В случае обновления новый продукт сохраняет совместимость (преемственность в функционале и интерфейсе) с выпущенным ранее, что позволяет компании-производителю использовать уже созданный сетевой эффект, но ограничивает в возможностях внесения изменений. Замена снимает ограничения по разработке нового продукта, но приводит к тому, что созданный сетевой эффект может быть использован не в полной мере.

Стандартизация, совместимость и конкуренция на сетевых рынках. Потребители, делающие выбор в пользу той или иной технологии, создающей сетевой эффект, могут оказаться в невыгодном положении из-за того, что распространение получит менее прогрессивная технология. Следует отметить, что в данном случае идет речь о технологиях, как о неотъемлемой части товара: упомянутый выше эффект проявляется именно на рынках конкурирующих технологий. Иными словами, первоначально возможная высокая внутренняя ценность потребителей заставляет их не переключаться на более передовую технологию, но, с течением времени так или иначе образовавшаяся сеть создает сетевую ценность, которая, в свою очередь, компенсирует снижение частной ценности и по-прежнему мешает переключению на более прогрессивную технологию. В работах [51], [52]

данное явление было названо «излишней инерцией» («excess inertia»). Менее прогрессивная технология может занять лидирующие позиции на рынке, если будет иметь место эффект зависимости от пройденного пути. Кроме того, в работах [70], [68] на модельном уровне показано, что менее прогрессивная технология может получить большее распространение лишь потому, что потребители могут ожидать провала более прогрессивной.

Согласно работам [44], [46], [16] два продукта полностью совместимы, когда их совместное использование осуществляется без дополнительных затрат. Во всех остальных случаях речь идет о несовместимости продуктов. В случае, если потребители не имеют возможности скоординировать свои решения о приобретении того или иного продукта перед тем как сделать выбор, вероятность возникновения ситуации несовместимости велика [71]. Потребители не всегда получают приращение своей функции полезности от совместимости при использовании того или иного товара. Совместимость может ограничивать ассортимент товаров, снижать конкуренцию, что, в конечном счете, может привести к ограничению совершенствования и будущего развития товаров (см. [80], [44], [56]). Следует отметить, что в случае неоднородности потребителей в своих предпочтениях, существует вероятность приобретения несовместимых продуктов даже при наличии возможности скоординировать решение о покупках.

Большая часть производителей старается выпускать продукты, которые будут совместимы с другими продуктами, поскольку ожидают, что такие действия создадут дополнительную ценность у потребителей и приведут к увеличению продаж, и, как следствие, к увеличению прибыли. В то же время довольно распространена обратная ситуация. Причина заключается в том, что сетевые экстерналии не могут быть интернализированы просто за счет совместимости. В случае совместимости товаров производитель повышает ценность товара конкурирующей фирмы за счет расширения сети посредством увеличением своих собственных объемов продаж. В результате

фирма, уже зарекомендовавшая себя на рынке, может противиться совместимости [67]. Однако, такой шаг является очень рискованным, поскольку даже незначительное колебание репутации на рынке может привести к серьезному снижению позиций и потерям в прибыли.

Ценность для потребителей от совместимости возникает либо в результате более активного расширения сети, либо за счет увеличения выбора [80]. Более активное расширение сети возникает в результате положительного влияния на сетевой эффект, создаваемый одним продуктом, сетевого эффекта создаваемого другим, совместимым с первым, продуктом. Однако, несмотря на то, что производители также выигрывают от совместимости из-за экономии на масштабах и экономии на технологических разработках [71], стимулы у компаний для выпуска совместимых продуктов могут ослабляться такими факторами как асимметрия в доле на рынке, репутация компании или страх перед усилением конкуренции. Все это заставляет компании рассматривать совместимость как одну из важных составляющих своей рыночной стратегии.

В академической литературе рассматриваются два типа конкуренции: внутрисистемная и внесистемная. Внесистемной конкуренцией называют такое поведение рынка, при котором фирмы конкурируют на несовместимых системах. Учитывая наличие сетевого эффекта, фирмы по умолчанию склонны при выпуске своей продукции придерживаться одного стандарта, т.е. устанавливать единый стандарт в отрасли (см. [67], [71], [52]). Тем не менее, единый стандарт не является оптимальным для рынка в целом. Потребители с однородными предпочтениями могут изменить приоритеты в сторону нового стандарта [41]. Стандартизация ограничивает неоднородных по своим предпочтениям потребителей, в то время как наличие разнообразия в выборе систем приводит к повышению совокупной ценности. Это может уменьшить степень неустойчивости рынка (см. [53], [91]). Хорошим

примером устойчивости рынка является сосуществование IBM-совместимых ПК и компьютеров марки Apple на рынке персональных компьютеров.

Более интересным является случай, когда система представляет собой совокупность продуктов или услуг. К примеру, если под системой считать персональный компьютер, то он состоит из компьютера как устройства и программного обеспечения. На рынке таких систем возможны два типа конкуренции: конкуренция между системами в целом и конкуренция между отдельными ее компонентами. В работе [51] подробно изучены влияние этих двух форм конкуренции на эффективность рынка. Работа [49] также посвящена анализу рынков составных систем. В более поздних работах [47], [45] были изучены стимулы к вертикальной интеграции и формированию коалиции по стандартизации.

Внутрисистемная конкуренция возникает при конкуренции в рамках одной системы. Конкуренция между различными поколениями систем – наглядный пример внутрисистемной конкуренции. Такая конкуренция представляет большой исследовательский интерес в случае, когда сеть образована товарами длительного потребления (*durable goods*). Фирма, производящая подобные товары, заинтересована в том, чтобы потребители совершали повторные покупки при выпуске обновлений. В работе [98] автор впервые продемонстрировал, что некоторая неэффективность, возникшая вследствие сетевых эффектов, может быть интернализована за счет обычных рыночных механизмов, например, при помощи контрактов. Автор в своей работе проводит сравнение между простыми контрактами и контрактами с различными дополнительными условиями. В частности, на примере рынка программного обеспечения было выявлено, что в ситуации больших различий между несовместимыми технологиями на олигополистическом рынке эффективнее использовать как простые контракты, так и контракты с возможностью обновления (*update contracts*).

Автором также было показано, что конкуренция между различными типами контрактов может уменьшить неэффективность рынка.

Интернализация сетевых эффектов и права собственности.

Влияние общего количества пользователей на ценность продукта для каждого из пользователей было впервые изучено в работах [89] и [83]. На примере рынков коммуникационных услуг авторами было установлено, что функция полезности абонента является некоторой функцией от их общего числа и на модельном уровне также было продемонстрировано возможное наличие нескольких ситуаций равновесия на рынке при любом уровне цен. В работе [48] авторы, изучая поведение этой функции полезности в зависимости от общего количества пользователей, пришли к тому, что она имеет вид перевернутой латинской буквы U. Также в исследовании была обозначена проблема возникновения сетевого эффекта и проблема критической массы.

Как известно, частная ценность от присоединения к сети, то есть ценность от начала использования некоторого товара или услуги, создающих сетевой эффект, может быть меньше, чем сетевая. Отсюда следует, что размер сети в состоянии равновесия может быть меньше, чем социально оптимальный размер, а значит, равновесие в ситуации совершенной конкуренции будет неэффективным из-за существующих сетевых эффектов. Таким образом, традиционный анализ общественного благополучия не может быть применен в явном виде. В работе [43] построена теоретико-игровая модель, посредством которой проанализированы различные механизмы, например, субсидии, которые могут быть использованы для решения проблем в ситуации неэффективности рынка.

Неэффективность в результате интернализации сетевых эффектов может проявляться и в других формах. Например, ожидание потребителей относительно некоторых продуктов (технологий, услуг) может привести к тому, что доминирующие позиции на рынке займет менее прогрессивная

технология. В работе [51] показано, что возникновение инерции зависит от того, владеют или нет потенциальные и реальные потребители полной информацией. В более поздней работе [52] авторы также показывают, что сетевой эффект может препятствовать распространению инноваций.

Однако влияние так называемой излишней инерции является далеко не бесспорным. Например, в работе [70] на модельном уровне показано, что возможна ситуация доминирования новой, несовместимой со старой, технологии. Это ожидание получило название «недостаточного трения» («insufficient friction»). Следует отметить, что исходя из практического опыта многие новые, несовместимые со старыми, технологии действительно успешно внедрены. Причина недостаточного трения заключается в том, что потребители, делающие выбор в пользу новой технологии, игнорируют сетевой эффект, созданный более ранней технологией.

Описанные выше явления позволяют выделить несколько ключевых факторов, благодаря которым возникает ситуация чрезмерного или недостаточного процесса интернализации внешних эффектов. Первым ключевым фактором является поддержка (sponsorship) новой технологии со стороны конкретных фирм. Такая поддержка важна, поскольку способствует повышению шансов технологии занять лидирующую позицию на рынке. В работах [70], [71] построены модели, в которых выявляются подобные эффекты, связанные с асимметрией в поддержке между старой и новой технологиями.

В качестве второго фактора можно выделить асимметрию затрат на переключение между старыми и новыми пользователями. Учитывая несовместимость старой и новой технологии, старые пользователи имеют немалую сетевую ценность, созданную устаревшей технологией. Если сетевой эффект силен, старые пользователи сопротивляются переходу на новую технологию, в результате чего новые пользователи, зная о подобной

ситуации со старыми технологиями, также принимают решение не использовать новую технологию.

В большинстве академических исследований отмечается, что на многих рынках наблюдаются внешние сетевые эффекты. Они возникают по целому ряду рассмотренных выше причин: вследствие ожиданий потребителей, которые плохо информированы, в результате недостаточной координации, отсутствия достаточной мотивации у компаний производить совместимые товары, или вследствие больших издержек переключения. Важным моментом является понимание того, как рынок реагирует на приведенные выше ситуации, т.е. каким образом происходит интернализация сетевых экстерналий.

Четко определенные права собственности помогают легче интернализировать часть экстерналий. В случае наличия единоличного «владельца» сети он имеет возможность максимально полно использовать все преимущества наличия экстерналий и решить проблему запуска и критической массы за счет инвестирования в развитие сети. Индустрия видеоигр для компьютерных приставок является хорошим примером подобного поведения [71]. Другим примером может служить компания Apple, являющаяся монополистом в производстве смартфонов (iPhone) и планшетных компьютеров (iPad) под управлением операционной системы iOS. Заняв благодаря этому за последние несколько лет лидирующее положение на рынках, компания Apple фактически стала определять основные тенденции развития.

Контракты компаний-производителей с потребителями на предоставление программного обеспечения в некотором смысле служат примером механизма интернализации экстерналий [98]. Под контрактами подразумевается соглашение с пользователем программного продукта об обновлении приобретаемого программного продукта. Заложенная возможность купить новую версию продукта на определенных льготных

условиях называется контрактом с обновлением (upgrade contract), а когда все обновления уже включены в первоначальную стоимость продукта – контрактом с обслуживанием (service contract).

Контракты могут быть заключены и с определенными группами пользователей (правительство, университеты). Заключение подобных стратегических контрактов позволяет избежать определенных трудностей на начальной стадии жизненного цикла компании и решить проблему критической массы. На рынке программного обеспечения такими контрактами могут быть связаны производители программного обеспечения и компьютеров. Показательным успешным примером является история компании Microsoft. В 1980 году компания IBM заключила соглашение с маленькой компанией под названием Microsoft для производства операционной системы для своих PC. По условиям соглашения IBM обязалась устанавливать операционную систему Microsoft на все выпускаемые персональные компьютеры. В результате успешности идеи персональных компьютеров, компьютер IBM PC с операционной системой DOS стал стандартом в отрасли, что обеспечило дальнейший успех компании Microsoft.

Тем не менее, рыночных механизмов очень часто недостаточно для интернализации сетевых экстерналий, вследствие чего возникает неэффективность. Обычно нерыночным механизмам разрешения проблем, связанных с неэффективностью, уделяется относительно мало внимания. Работа [51] является одним из первых исследований того, как за счет привлечения организаций, занимающихся выпуском и разработкой стандартов, возникает скоординированность на рынке. Примерами таких организаций по стандартизации являются Американский Национальный Институт Стандартов (American National Standards Institute, ANSI) или Международная Организация по Стандартизации (International Organization for Standardization, ISO).

В роли института, управляющего интернализацией экстерналий за счет субсидий, может выступать государство [71]. К примеру, проектирование системы Интернет и протокола передачи данных TCP/IP первоначально субсидировались из бюджетов министерства обороны США и Национального научного фонда США (National Scientific Foundation, NSF) [79]. Помимо субсидирования государство способно оказывать влияние путем прямого регулирования. Например, Федеральная Комиссия по Связи США (Federal Communication Commission, FCC) осуществляла регулирование развития цветного телевидения в 1950-х годах. Аналогичная ситуация происходила и с переходом на новый формат телевидения высокой четкости HDTV. В [71] отмечается, что государственное регулирование необходимо лишь в следующих трех ситуациях: (1) рыночные механизмы работают неэффективно и рынок непрозрачен; (2) государство располагает достаточными стратегически ориентированными инициативами и ресурсами для регулирования, и (3) правительство владеет полной информацией о ситуации в отрасли, нацеленной на применение государственного регулирования.

1.1.4. Оценка воздействия пиратства на развитие рынка программного обеспечения

Вместе с растущей информатизацией общества, распространением компьютерных систем и развитием сети Интернет не перестает увеличиваться количество случаев использования цифровых товаров без согласования с законным правообладателем. И хотя оборот нелегального ПО составляет на протяжении последних трех лет 35% от всего оборота ПО, денежный эквивалент потерь вследствие роста рынка ПО в целом, увеличивается с каждым годом. По результатам отчета Business Software Alliance за 2013 год совокупные потери индустрии ПО за прошедший год

составили более 40 млрд. долларов США, а по сравнению с 2008 годом рост потерь составил 20% [27].

Под пиратством ПО понимается несанкционированное правообладателем копирование, распространение или использование ПО как в деловых, так и в личных целях. Традиционно выделяют следующие виды пиратства:

- Копирование / взлом ПП конечными пользователями в личных целях;
- Нелегальное тиражирование и распространение ПП по каналам продаж под видом легальных продуктов в промышленных масштабах;
- Нарушение требований ограниченных лицензий;
- Распространение специальных версии продуктов, предназначенных для распространения только вместе с компьютерным оборудованием.

Продажа пиратской копии ПО является нарушением российского законодательства, в котором авторские права защищены нормами гражданского, административного и уголовного законодательства и подразумевают преследование производителей, распространителей и пользователей пиратских программ.

В соответствии со способами распространения товаров и услуг и их правовой основой можно выделить следующие сегменты рынка программного обеспечения:

- рынок легальных программных продуктов, распространяемых на возмездной основе;
- рынок пиратских программных продуктов, распространяемых на возмездной основе;
- рынок легальных программных продуктов, распространяемых на безвозмездной основе;

- рынок пиратских программных продуктов, распространяемых на безвозмездной основе.

В 2010 году компания TNS по заказу корпорации Microsoft провела исследование отношения пользователей ПО к пиратству [99]. В России в исследовании приняло участие свыше 2000 человек.

Два важнейших вывода из исследования состоят в следующем:

- Подавляющее большинство пользователей понимают отличия между лицензионным и пиратским ПО, а также знают, что лицензионное ПО работает лучше.
- Пользователи осознают не только достоинства лицензионного ПО, но также и риски использования пиратского ПО.

Остановимся на вопросе преимущества использования лицензионного ПО подробнее. Базируясь уже на другом исследовании, проведенном в 2010 году компанией IDC по заказу корпорации Microsoft [63], можно выделить следующие факторы, повышающие ценность лицензионного программного обеспечения по сравнению с пиратским:

1. Сервис;
2. Предпродажное консультирование;
3. Техническая поддержка;
4. Своевременные автоматические обновления;
5. Надежность и безопасность;
6. Качество оригинальных продуктов;
7. Уменьшение рисков, связанных со сбоями в работе системы и сопутствующая им потеря данных, «успешные» вирусные атаки, несанкционированный доступ к информации на ПК.

Упомянутые выше исследования позволяют сделать вывод о том, что решение о пользовании пиратским ПО является рациональным и сознательным выбором человека. Пользователь использует пиратское ПО, если ценность недополученных услуг при использовании пиратской версии ПП превосходят разницу между ценой лицензионной копией ПО и затратами на поиск пиратской.

В работах [2], [8] проведено детальное исследование проблемы нелегального распространения программных продуктов, в частности, приведены причины нелегального использования программного обеспечения (см. Таблица 2). В рамках диссертационного исследования наибольший интерес представляют факторы, связанные с возможным дизайном продуктовой стратегии.

Таблица 2

Сравнительный анализ причин приобретения оригинальных и пиратских версий ПП

Причины приобретения оригинальных версий ПП	Причины приобретения пиратских копий ПП
<ul style="list-style-type: none"> • Гарантия защиты от вирусов • Наличие бумажной документации • Техническая поддержка • Наличие обновлений • Длительное использование ПП • Престижность владения оригинальной копией ПП • Невозможность найти пиратскую копию ПП • Необходимость использовать ПП для учебы или работы • Соблюдение законов 	<ul style="list-style-type: none"> • Дороговизна ПП • Недостаточные для приобретения оригинальных копий ПП доходы • Ожидание новой версии ПП • Краткосрочное использование ПП • Желание попробовать ПП • Использование пиратских ПП большинством знакомых • Легкость получения пиратской копии ПП • Неприемлемо жесткие ограничения лицензии • Низкая вероятность изобличения

Для детального исследования сути проблемы цифрового пиратства, следует более подробно остановиться на технических характеристиках цифровых товаров и проследить механизмы функционирования пиратства как явления. Традиционно под качеством выпускаемого товара понимается критическая оценка потребителем степени соответствия его свойств, показателей качества, индивидуальным и общественным ожиданиям, обязательным нормам в соответствии с его назначением. То есть качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Таким образом, цифровые товары легко поддаются копированию без значимой потери информации и качества, то есть цифровые копии технически соответствуют качеству оригинального товара.

Способы несанкционированного копирования цифровых товаров можно условно разделить на два типа. Первый тип пиратства – это копирование лицензионного товара, полученного от других пользователей этого товара, которые входят в круг общения потребителя. В этом случае масштабы распространения пиратских копий малы. Более того, обычно подобный тип пиратства приводит не к потере в прибыли, а к ее увеличению в результате того, что пользователь, в конечном итоге, приобретет лицензионную копию товара. Второй тип пиратства – интернет пиратство, т.е. когда копирование происходит из специализированных интернет сайтов, так называемых социальных пирринговых сетей. Масштабы интернет пиратства растут год от года и достигают миллиардов долларов недополученной прибыли [27]. Стоит отметить, что при интернет пиратстве пользователь получает намного менее ценные копии, чем если бы оригинальный товар был получен от своего круга общения. Во-первых, пользователи тратят время на поиск товара и его загрузку. Во-вторых, копия, полученная из интернета, часто не содержит руководства по установке и использованию в случае с программными продуктами или аннотации и текстов

в случае видео и аудио записей. Наконец, существует вероятность, что скачиваемый файл может быть поврежден или может нанести вред компьютеру. Однако, в подавляющем большинстве работ, анализ которых будет проведен, источник получения пользователем пиратской версии продукта не имеет существенного значения.

Очевидным способом борьбы с цифровым пиратством является совершенствование законодательства в области авторского права и патентов. Тот факт, что компьютерное пиратство причисляется к уголовным преступлениям, означает, что человек, осуществляющий взлом лицензионного программного обеспечения, установку на свой компьютер пиратского ПО, или занимающийся распространением в интернете аудио и видео материалов без одобрения правообладателей, является нарушителем законодательства по причине либо сознательного пренебрежения законом, либо из-за непонимания базовых положений закона об авторском праве [78]. Именно эти причины упоминаются в качестве основных крупнейшими мировыми ассоциациями в области борьбы с пиратством Software and Information Industry Association (SIIA). По мнению упомянутой выше ассоциации, борьба с пиратством должна вестись по двум направлениям. Первое – повышение уровня осведомленности пользователей о ценности оригинальных цифровых товаров, о юридических рисках, связанных с репутацией, и технологических рисках при использовании пиратских копий, включая возможность заражения вредоносными программами и хищения личных данных. Также в рамках данного направления важны рекомендации о том, как отличить оригинальный товар от пиратского. Все это должно проводиться через такие коммуникационные каналы, как веб-сайты компаний-производителей цифровых товаров и их партнёров, СМИ, конференции и семинары. Второе – совершенствование законодательства, правоохранительной и судебной системы.

Главная тенденция 2008 – 2013 годов в сфере компьютерного пиратства – изменение структуры распространения нелегального программного обеспечения. Массовое проникновение широкополосного доступа в Интернет привело к тому, что именно Интернет стал самым распространенным каналом получения пиратских версий ПП. Поэтому в дополнение к четырем рассмотренным в предыдущей главе типам компьютерного пиратства в последнее время стали выделять еще один – интернет-пиратство. Данную разновидность пиратства выделяют отдельно для того, чтобы подчеркнуть ту большую роль, которую играет сегодня Интернет для незаконного копирования и распространения поддельного и иного незаконно распространяемого программного обеспечения. Изменение каналов распространения нелегального ПО вполне оправдано. Основная причина кроется в неэффективности работы правоохранительные органы по борьбы с распространением нелегальных копий через Интернет. По решению суда были закрыты основные торрент-трекеры torrents.ru и torrentino.ru. Но их владельцы перерегистрировали указанные сайты в доменные зоны .com и .org, что вывело регулирование их деятельности из российской юрисдикции.

Следует отметить, что попытки изучения цифрового пиратства на академическом уровне предпринимались также силами самих компаний-производителей цифровых товаров. Существует целый ряд работ, посвященных техническим и правовым аспектам защиты ПО. В них анализируются возможные методы борьбы с пиратством, которые применяются на уровне правительства и органов внутренних дел. Первым инструментом государственной политики, который может быть применен к рынкам информационных товаров, является субсидирование приобретения лицензионных копий. Вторым инструментом государственной политики является наказание. Компаниям- производителям информационных товаров неоднократно удавалось пролоббировать внесение изменений в законодательство, направленных на повышение величин штрафов за

нарушения авторских прав. Стоит отметить, что одной из причин того, что России долгое время не удавалось стать членом Всемирной торговой организации, являлось как раз отсутствие развитого законодательства в области авторского права.

Другим направлением академических исследований в данной области можно считать работы, в которых анализируются способы противодействия пиратству за счет превентивного контроля. В работе [102] отмечается, что превентивный контроль (увеличение стоимости пиратства техническими методами) может быть использован для борьбы с цифровым пиратством. Однако вопрос о том, в какой мере компании производители цифровых товаров должны защищать выпускаемое ПО, остается открытым в связи с тем, что полная защита товара от пиратства может быть очень дорогостоящей. В этой ситуации логично будет предположить, что оптимальным решением для фирм будет допущение некоторой доли пиратства. Всякий раз, когда существуют большие затраты, направленные на искоренение незаконной деятельности, оптимальным будет разрешение некоторого уровня этой незаконной деятельности.

В работе [87] ставится задача нахождения оптимального уровня защиты программного обеспечения в случае монополии. В результате анализа построенной модели было установлено, что компания на монопольном рынке должна выводить товар с минимальным уровнем защиты, но увеличивать этот уровень защиты по мере распространения. Однако в реальности контроль и поддержание оптимальности уровня защиты является трудно реализуемой задачей. В работе [59] исследуется влияние превентивных и сдерживающих методов борьбы с пиратством на прибыль компаний-производителей программного обеспечения. Полученные авторами результаты показывают, что превентивные меры не приводят к увеличению прибыли компаний, в то время как сдерживающие меры могут приводить к ее увеличению.

Тем не менее, усилия по сдерживанию уровня пиратства за счет технологических средств часто ограничены в своей эффективности просто потому, что можно взломать любую технологическую защиту, но чрезмерное усложнение технологий защиты может привести к проблемам пользования легальными копиями. В то же время, эффективность использования правовых методов мала по причине неуважительного отношения пользователей к законодательству в области авторского права или недостаточному уровню знания о нем [30].

Рассматривая различные подходы к изучению возможностей борьбы с цифровым пиратством, следует особо отметить любопытные наблюдения авторов, исследующих перспективы применения средств стратегического менеджмента и маркетинга для борьбы с пиратством. Попытка систематизации подходов моделирования и анализа цифрового пиратства с экономической точки зрения приведена в работе [85]. По мнению авторов все работы, посвященные сходной проблематике, объединяет предположение о существовании различия между оригинальным цифровым товаром и его пиратской копией, а также существование рациональных правил принятия решения для пользователей, согласно которым они отдают предпочтение разным версиям товара – оригинальной или пиратской. В подобных исследованиях отличается лишь подход к моделированию поведения пользователя.

Таким образом, рассмотренные академические исследования по проблематике пиратства цифровых товаров можно условно разделить на три группы. Работы, отнесенные к первой группе, содержат модели, в которых предполагается, что пользователи хорошо осведомлены о характеристиках цифрового товара и ценность товара для пользователя не зависит ни от мнения других пользователей, ни от цены товара. Вторая группа статей рассматривает случаи, в которых ценность товара для пользователя зависит от предпочтений и мнений других пользователей. Здесь мы имеем дело с

сетевыми экстерналиями. К третьей группе относятся работы, анализирующие ситуации, в которых пользователь плохо осведомлен о характеристиках цифрового товара и использование пиратской версии товара дает ему необходимую информацию о ценности товара, что может привести к тому, что пользователь примет решение о приобретении оригинала. Отметим, что работы, условно отнесенные ко второй группе, содержат модели, более подходящие для описания пиратства на рынке программного обеспечения, в то время как работы, отнесенные к третьей группе, – для мультимедийного цифрового контента.

Идея, что допущение некоторой доли пиратства может принести пользу компании-производителю ПО, на модельном уровне продемонстрированная в ряде академических работ, явно или косвенно была подтверждена топ-менеджерами различных компаний-производителей ПО. Так о том, что компьютерное пиратство в долгосрочной перспективе приносит пользу компаниям-производителям ПО было официально заявлено менеджером по бизнес-приложениям корпорации Microsoft Джеффом Райксом. По его словам, пользователи, которые при иных обстоятельствах никогда бы не попробовали программные продукты Microsoft, в конечном счете становятся легитимными заказчиками и если уж существует категория пользователей, которые все равно собираются использовать пиратское программное обеспечение, то пусть лучше это будут программные продукты Microsoft [81].

Руководство корпорации Microsoft считает, что, несмотря на колоссальные убытки, наносимые пиратами компаниям-производителям ПО, пиратство имеет очень важную и, несомненно, положительную особенность. Пользуясь некоторое время нелегальными копиями программного обеспечения, пользователи настолько привыкают к нему, что уже не хотят переходить на альтернативные решения других производителей, даже если последние будут предлагать большую функциональность программ. Именно

эти пользователи являются потенциальными покупателями лицензионного ПО.

Жесткие санкции против пиратов могут привести лишь к увеличению цен на нелегальные программы, поскольку пираты будут вынуждены повышать цены на свою продукцию, чтобы компенсировать затраты на противостояние корпорации. Это приведет, в свою очередь, к оттоку покупателей из этого сегмента рынка, но никак не к увеличению легальных пользователей ПО. В этом случае Microsoft начнет терять свою долю на своеобразном рекламном рынке, в который она не вкладывает ни цента. Чрезмерное давление на пользователей нелегального ПО также не принесет компании ничего хорошего. В случае ужесточения политики компании эти пользователи могут перейти на бесплатное программное обеспечение, по качеству и функциональности не уступающее, а иногда и превосходящее платные программы. Такой переход пользователей от одних программ к другим негативно скажется на объемах продаж. Таким образом, согласно заявлению топ-менеджера Microsoft, компании приходится искать баланс между преследованием пиратов и нелегальных пользователей и пониманием того, что в конечном счете они станут легитимными заказчиками. Особенно важной задачей поиск этого баланса станет на рынках стран, где в силу несовершенства законодательства и других причин, доступность пиратских версий программных продуктов очень высока.

Взаимосвязь так называемого «прибыльного пиратства» и внешних сетевых эффектов можно объяснить действием механизмов ценовой дискриминации. Предположим, что есть две группы пользователей программным товаром – пользователи с высокой ценностью от использования товара и пользователи с низкой ценностью от использования того же товара. Пользователи первого типа отличаются высокой готовностью платить за приобретаемый товар, вторые – низкой. Если компания-производитель не способна проводить политику ценовой

дискриминации между этими двумя группами и количество пользователей с низкой ценностью от использования товара незначительно (даже при отсутствии пиратства), то задача максимизации прибыли приводит к следующей альтернативе: либо компания устанавливает высокую цену на свой товар (выше той, которую готовы платить пользователи с низкой ценностью), либо устанавливает низкую цену (на уровне, соответствующем готовности пользователей с низкой ценностью платить), по которой товар будут покупать обе категории пользователей. В обоих случаях компания может недополучить прибыль – в первом за счет низкого уровня спроса, не компенсирующего высокую цену, во втором – за счет низкой цены, не компенсирующей высокий уровень спроса.

Теперь, предположим, что:

- существует внешний сетевой эффект выражающийся в том, что пользователи с высокой ценностью будут готовы платить больше за товар, если пользователи с низкой ценностью также будут использовать такой же товар;
- только пользователи с низкой ценностью могут использовать пиратские версии выпускаемого товара.

Это условие стимулирует компанию-производителя допустить пиратство пользователям с низкой ценностью от использования товара, даже в предположении, что пиратство может быть ограничено без всяких дополнительных затрат. Ведь большая часть пользователей, которые воспользуются пиратской версией, все равно не стали бы приобретать товар за полную стоимость, в то время как увеличение пользовательской базы повышает ценность и готовность платить остальных пользователей. Компания производитель, допуская пиратство, имеет возможность повысить цену и благодаря этому увеличить свою прибыль. В данном случае пиратство является прибыльным.

Принципиальный интерес в рамках данного диссертационного исследования представляет первый тип пиратства из приведенной выше классификации – пиратство «конечными пользователями». Рассмотрим его подробнее. Пиратское копирование программного обеспечения происходит двумя способами: при одалживании оригинального программного продукта у других пользователей из собственного круга общения (друзья, коллеги) и при скачивании копий из интернета. В первом случае масштабы распространения пиратской копии обзримо малы по сравнению со вторым. Однако, в результате пиратского копирования через интернет ценность копии меньше, чем если бы оригинальный продукт был одолжен у кого-нибудь. Во-первых, пользователи тратят время на поиск продукта и его загрузку. Во-вторых, возникают рассмотренные выше риски, связанные с недостаточным уровнем качества программного продукта.

1.1.5. Детерминанты функционирования рынка ПО

Проведённое исследование существующих академических работ и аналитических исследований позволяет выделить следующие детерминанты рынка ПО:

- 1) Рынок ПО характеризуется наличием связанного с ним рынка пиратских версий ПО.
- 2) Рынок ПО является примером рынка монополистической конкуренции, на котором имеют место быть следующие условия:
 - i. на рынке установлены невысокие барьеры входа и выхода;
 - ii. производители имеют возможность дифференцировать выпускаемую продукцию по сравнению с продукцией конкурентов;
 - iii. на рынке имеет место совершенная информированность продавцов и покупателей об условиях рынка.

- 3) Рынок ПО является рынком товаров, создающих сетевой эффект, который заключается в том, что ценность ПП для пользователя зависит от общего количества пользователей данного ПП.
- 4) На рынке ПО компании-производители имеют структуру затрат с высокими постоянными издержками на разработку ПП и несопоставимо малыми переменными издержками производства одной копии ПП.

1.2. Анализ современных подходов к формированию продуктовых стратегий на рынке программного обеспечения

Традиционно продуктовую стратегию компании-производителя прикладного ПО можно разделить на четыре составляющие [28]:

- 1) стратегия дизайна продуктовой линейки,
- 2) коммуникационные стратегии,
- 3) стратегия распространения,
- 4) стратегия ценообразования.

Стратегия выбора каналов сбыта и коммуникации большинства производителей ПО в основном состоит из стандартных методов маркетинговых коммуникаций и управления продажами. К коммуникационным методам относятся пресс-релизы, прямая рассылка по электронной почте, реклама и т.д. Основная задача коммуникационной стратегии состоит в том, чтобы убедить пользователей в перспективах распространения программного продукта, что является залогом рыночного успеха выпускаемого ПП [68], [90].

Классифицируя программное обеспечение по способам его распространения, прежде всего следует выделить ПО, распространяемое на возмездной, частично бесплатной, условно бесплатной и бесплатной основах. Рассмотрим эти формы распространения ПО подробнее:

- Коммерческое программное обеспечение. Такая форма предполагает, что пользователи обязаны приобретать лицензии на использование программного обеспечения;
- Частично бесплатное программное обеспечение. В рамках этой формы некоторые категории пользователей, например, сотрудники образовательных учреждений, могут пользоваться продуктом бесплатно, а остальные пользователи обязаны приобретать лицензии на возмездной основе;
- Условно бесплатное программное обеспечение. В этом случае пользователю предлагается версия продукта, ограниченная по функциональным возможностям, времени использования или встроенным напоминанием о необходимости оплаты использования программы, и пользователь имеет возможность перейти к использованию полной версии после платной регистрации.
- Бесплатное программное обеспечение. Эта форма определяет то, что пользователю предоставляется на безвозмездной основе право использовать ПО.
- Открытое или свободное программное обеспечение. Согласно Фонду свободного программного обеспечения (Free Software Foundation) программное обеспечение называется открытым, если пользователь обладает тремя свободами:
 - распространять программное обеспечение;
 - изучать, как оно устроено;
 - изменять его.

Наибольший интерес в свете изучения рынка программных продуктов представляет собой стратегия дизайна линейки версий выпускаемого программного продукта и его ценообразования, более конкретно – аспектов стратегии, касающихся сетевых и информационных эффектов и компьютерного пиратства. Рассмотрим каждую из них подробнее.

1.2.1. Стратегия ценообразования на рынке программного обеспечения и допущение доли пиратства

В классической работе [82] приведена модель, предполагающая одинаковый уровень качества и пиратской копии, и оригинала. Цена на оригинальную копию является фиксированной, в то время как затраты на пиратскую копию для разных покупателей различны. Пользователь приобретает либо оригинальную версию по фиксированной цене, либо пиратскую. Ценность товара для покупателя зависит от качества товара. По причине неоднородности издержек пиратского копирования, при среднем уровне цен некоторые покупатели предпочтут приобрести оригинальную версию, в то время как остальные – пиратскую. Если же изначальная цена на товар достаточно низкая, пиратские копии не будут выгодны никому. Авторами показано, что усиление защиты от копирования ведет к улучшению качества товара, предлагаемого компанией, что также означает сравнительное преобладание числа пользователей с более высокими, чем низкими издержками пиратского копирования. Таким образом, эффект недопроизводства способствует форсированному усилению защиты от пиратского копирования.

В работе [66] показано, что при помощи анализа структуры мультитоварного предложения, низкая прибыльность снижает стимулы создания товарного разнообразия. Таким образом, если в краткосрочной перспективе можно говорить о том, что пиратство может оказывать положительный эффект на прибыльность компании, в долгосрочной перспективе этот эффект носит сугубо отрицательный характер. Этот же эффект был продемонстрирован в работе [14] в случае товара, имеющего вертикальную дифференциацию по качеству.

В работе [31] отмечается возникновение других социальных издержек, при затратах компанией ресурсов на отслеживание нелегального копирования. Покупатели делятся на две группы: одна группа никогда не

копирует (бесконечные издержки копирования), а другая имеет определенный предел издержек копирования. В каждой группе у покупателей своя шкала определения ценности товара, хотя качество оригинала и копии одинаково. Ожидаемая полезность от пиратского копирования товара зависит от вероятности быть отслеженным. У компании есть два способа устранить копирование: снизить цену или потратить дополнительные ресурсы на разработку технологий отслеживания нарушителей закона об авторском праве. С общественной точки зрения, эти две стратегии являются следствием двух разных мотиваций. С одной стороны, снижение цен неизбежно увеличит благосостояние, поскольку попытки копирования приблизятся к нулю. С другой стороны, увеличение вероятности отследить пиратское копирование лишь трата времени с общественной точки зрения, к тому же одновременно происходит снижение прибыльности от пиратского копирования.

В работах [14], [20], [101] рассматривается ситуация, в которой компания-монополист продает на рынке единственный товар. Пользователи предполагаются неоднородными в определении ценности товара. При этом переменные затраты на производство одной копии оригинального товара для компании-производителя равны нулю. При такой постановке задачи всеми указанными авторами получено, что пиратство однозначно снижает уровень прибыли. Вместе с тем пиратство оказывает положительный эффект на уровень общественного благосостояния, поскольку потеря в прибыли для производителя компенсируется увеличением излишков потребителей. Низкая доходность, однако, может уменьшить мотивацию к совершенствованию товара – при существовании пиратских копий товара, продается больше оригинальных версий, хотя и по менее высокой цене. Повышение степени защиты от пиратства уменьшает спрос на оригинальную версию товара.

В работе [96] ситуация недополучения прибыли по причине пиратского копирования рассматривается в динамической модели развития, которая

позволяет показать, что потери в прибыли могут быть существенно выше. Автором рассматривается двухпериодная модель, в которой существуют пользователи двух типов: (1) с высокой ценностью от использования товара и приобретающие только оригинальные версии товара и (2) пользователи с низкой ценностью товара, которые могут сделать выбор в пользу пиратских версий товара. В первый период времени на рынке существует только оригинальная версия товара, во втором периоде пользователям становится доступна еще и пиратская версия. Пользователи с высокой ценностью ожидают понижение цены на товар во втором периоде, так как предполагают, что компания-производитель будет бороться с распространением пиратства за счет снижения цен на оригинальную версию товара. Поэтому, компании следует назначать цену строго ниже, чем ожидания пользователей с высокой ценностью в первом периоде с целью оправдать их ожидания. Если существует вероятность создания пиратских копий, компании следует снижать цену во втором периоде, чтобы сделать невыгодным использование пиратских версий. Однако в результате компания теряет прибыль в двух периодах – в первом в целях удовлетворения ожиданий пользователей с высокой ценностью, а во втором – за счет борьбы с пиратством.

Вместе с тем, автор отмечает, что в некоторых случаях пиратство может способствовать увеличению прибыли компании. Если компания не в состоянии избежать появления пиратской версии во втором периоде без потерь в прибыли, то есть если маржинальная стоимость производства и продажи товара выше затрат пиратов на создание пиратских копий, тогда продажа оригинальной версии во втором периоде может вовсе не быть целесообразной. В этом случае при информировании об этом пользователей с высокой ценностью, компания-производитель имеет возможность продавать товар только в первом периоде без снижения стоимости товара.

Все отмеченные выше работы не учитывали одну из ключевых особенностей рынка программного обеспечения – наличие внешнего

сетевого эффекта. При наличии внешнего сетевого эффекта незащищенность товара от пиратства конечных пользователей может принести преимущества как фирме (в результате увеличения прибыли), так и легальным покупателям (в результате возможного снижения цены). Логика подобного провокационного на первый взгляд результата в том, что пиратство приводит к увеличению пользовательской базы, что, в свою очередь, в результате наличия сетевого эффекта, увеличивает ценность программного обеспечения для легальных пользователей. В случае же отсутствия возможности нелегального использования, большая часть тех, кто использует пиратскую версию программы не стали бы покупать ее вовсе, что привело бы к уменьшению ценности программного товара и к общему снижению уровня продаж. В ситуации наличия сетевых эффектов компания-производитель может увеличить свою прибыль, разрешая некоторым потребителям «украсть» ее товар.

Идея использования пиратства фирмой для своего же блага в случае наличия сетевого эффекта получила свое дальнейшее развитие в академических исследованиях, среди которых можно выделить еще несколько причин использования пиратства на благо компании-производителя. Во-первых, пиратство может приводить к увеличению прибыли. Вследствие того, что пиратство увеличивает общую базу потребителей, легальные пользователи готовы платить больше за приобретаемый программный товар. Допуская пиратство, продавец может повысить цену и в итоге компенсировать потери от нелегального использования товара (см. [73], [93], [95]). Во-вторых, при наличии сетевых эффектов пиратство может использоваться в качестве механизма конкурентной борьбы и захвата большей доли рынка [92]. Наконец, пиратство может быть механизмом стратегического управления. Разрешение пиратства сегодня может повлиять на стимулы к развитию фирмы в будущем и снизить влияние проблем, с которыми традиционно сталкиваются

производители-монополисты товаров долговременного пользования. Рассмотрим приведенные возможности извлечения прямой выгоды от пиратства подробнее.

Согласно работам, посвященным изучению сетевых эффектов на рынке в ситуации монополии, допущение некоторой доли пиратства может принести выгоду компании-производителю. Это положение было впервые сформулировано и обосновано на модельном уровне в работе [37]. Хотя авторы рассматривали рынок программного обеспечения, схожие рассуждения можно провести и для других цифровых товаров.

В работе [37] рассматривается модель, где с увеличением количества пользователей цифрового товара увеличивается как ценность этого товара, так и цена, которую потребители готовы за него платить. Пиратство способствует увеличению общего числа пользователей товара и потому, при определенных обстоятельствах косвенно увеличивает частную ценность, что компания-производитель может использовать себе во благо, т.е. интернализировать возникший сетевой эффект. Фактически, авторы предполагают, что компания производит две разновидности товара – обычную по фиксированной цене и ее упрощенную, то есть бесплатную версию. Продажи упрощенной версии части потребителей, которые фактически пользуются пиратской копией, способствуют тому, что другие потребители готовы платить более высокую цену за обычную оригинальную версию товара. Подобный рост может быть источником дополнительной прибыли для компании-производителя.

В работе [95] приводится схожая модель. В исследовании также предполагается рациональное поведение потребителей и наличие однозначных правил принятия решения, однако пользователи делятся на два типа – с низким уровнем ценности от использования товара и с высоким уровнем ценности. Анализ спроса на товар и его пиратскую версию определяется этими правилами принятия решения. При определенных

условиях (в первую очередь при отсутствии пиратства) оптимальная ценовая стратегия компании-производителя предполагает установить такой уровень цен, при котором все пользователи приобретут товар. В том случае, если компания сталкивается с пиратством, часть пользователей с низким восприятием ценности не приобретут товар из-за высокой цены, а воспользуются пиратской версией. В то же время компания-производитель получает возможность устанавливать более высокую цену на оригинальную версию для пользователей с высокой ценностью. Таким образом, при определенных параметрах, прибыль без защиты от пиратства может быть выше, чем прибыль при полной защите.

В работе [19] приводится также модель, допускающая незначительный сетевой эффект. Рассматривается один тип пользователей, внутренняя ценность которых равномерно распределена на заданном интервале. Анализ построенной модели показал, что при разумной величине сетевого эффекта пиратство приводит к значительному снижению прибыли. Эти выводы явно противоречат результатам работ [95], [55].

В исследовании [92] проблематика работ [37], [95] расширяется на случай дуополии. Авторы предполагают существование двух типов покупателей: покупатели первого типа предпочитают исключительно оригинальную версию товара и их ценность от использования товара высока, второй тип не имеет явных предпочтений в выборе в связи с низкой ценностью. Все покупатели выбирают между двумя конкурирующими товарами. Параметры модели заданы таким образом, чтобы исключить борьбу компаний за покупателей с низкой ценностью. В отличие от [95] в работе [92] разность в ценности между пиратской и оригинальной версиями не зависит от сетевого эффекта.

Авторы приходят к выводу, что в ситуации наличия сетевого эффекта, существуют две модели равновесия: либо обе компании-производителя устанавливают низкую цену на свой товар и его приобретают оба типа

пользователей, либо обе компании устанавливают цену, при которой только пользователи первого типа будут приобретать товар. Таким образом, вторая модель равновесия будет оптимальной при слабых сетевых эффектах, первая – при сильных.

Если покупатели имеют возможность использовать пиратские копии товара, компания может извлечь большую выгоду, не устанавливая цену, которая позволит покупать товар покупателям с низкой ценностью, в расчете на то, что они будут пользоваться пиратскими копиями. В том случае, если сила сетевых эффектов слаба, количество проданных оригинальных копий не зависит от общего количества (т.е. использующих пиратские и оригинальные версии) пользователей. Однако, эффект конкурентного соперничества цен ведет к изначально повышенному давлению на ценообразование товара, поэтому прибыль уменьшается. Предположим, что сетевые эффекты достаточно сильные. Чтобы пользоваться этими внешними эффектами компании должны назначать низкие цены, если создание нелегальных копий невозможно. Если же нелегальное копирование возможно, то компании могут фокусироваться на покупателях высокой ценности и также получать дополнительную прибыль при помощи сетевых эффектов, что, в свою очередь, ведет к повышению цен и прибыли.

В работе [54] рассматривается влияние аппаратного обеспечения на спрос программного обеспечения при помощи моделирования сетевых эффектов. Допускается, что всем активным покупателям придется приобрести аппаратное обеспечение. Налог на аппаратное обеспечение уменьшает количество пиратских копий и также уменьшает спрос на программное обеспечение в целом, поскольку возросшая цена аппаратного обеспечения увеличивает общую цену составного программного предложения (аппаратное обеспечение плюс программное обеспечение). Тем не менее, если производитель программного обеспечения продолжает выпускать «составной товар», прибыль может возрасти с ростом налоговой

ставки. В работе показано, что налоговая ставка при максимальной прибыли ниже налоговой ставки, не допускающей присутствия явления пиратства.

Однако существует целый ряд академических работ, в которых идея «прибыльного пиратства» подвергается сомнению. Существует ряд работ, обосновывающих неблагоприятное влияние, оказываемое пиратством на отрасль. В работе [86] была разработана модель, в которой фирмы могут или полностью устранить пиратство или позволить конкурирующей фирме продавать несовершенную копию своего товара. Согласно анализу построенной в работе модели, допущение доли пиратства никогда не является прибыльным. Стоит отметить, что в основе модели из работы [86] лежит логика, отличная от идей ценовой дискриминации и «прибыльности» пиратства. Поэтому полученных результатов недостаточно для того, чтобы однозначно судить о некорректности идеи «прибыльного» пиратства.

Некоторый компромиссный результат получен в работе [97]. Автор предполагает, что существуют две категории пользователей – с высокой ценностью от использования товара и с низкой. Согласно предположениям модели, первая категория пользователей никогда не используют пиратские версии товара, в то время как вторая имеет возможность воспользоваться как пиратской, так и оригинальной версией товара как в первый, так и во второй период. Автор показывает, что компании-производителю может быть выгодно проведение политики межвременной ценовой дискриминацией в случае, если она решит выпускать товар высокого качества. Компании-производителю следует установить цену в первый период, ориентируясь только на пользователей с высокой ценностью, которые не используют пиратские версии, и цену, равную разности между стоимостью пиратской копии и ценностью товара для покупателей с низкой ценностью, во втором периоде.

В работе [74] разработана модель, показывающая необходимость выполнения четырех условий для того, чтобы компания-производитель ПО могла извлекать прибыль от пиратства.

1. Пользователи дифференцированы в своих возможностях использовать пиратскую версию программного товара, т.е. осуществлять взлом или получать пиратскую копию ПП иными способами;
2. У компании-производителя нет возможности проводить политику ценовой дискриминации;
3. Количество потенциальных пиратов – относительно малая величина по сравнению с общим числом пользователей;
4. У компании-производителя программного обеспечения есть возможность контролировать уровень пиратства за счет установки определенного уровня защиты от взлома.

Если какое-либо из этих четырех условий нарушается, пиратство может перестать быть полезным инструментом увеличения прибыли для компании-производителя.

Факторами, стимулирующими развитие цифрового пиратства, наряду со все еще невысоким уровнем его общественного осуждения и низкой вероятностью быть пойманным и привлеченным к суду за использование и распространения нелегального программного обеспечения, является высокая стоимость легального программного обеспечения. Это требует пересмотра ценовой политики на лицензионное программное обеспечение, что, по всей видимости, и является наиболее эффективной мерой борьбы с пиратством в рамках попытки конкретной фирмы бороться с уровнем распространенности нелегальных версий в существующих экономических и правовых условиях.

Стоит отметить, что вопрос определения оптимальной ценовой политики для выпускаемых продуктов является нетривиальной задачей для компании-производителя ПО. Завышение цены на продукцию приводит к увеличению уровня пиратства и потере доходов по причине того, что программное обеспечение «слишком дорого» [33]. Если помимо завышенной цены также чрезмерно высок и уровень технологической защиты ПО от пиратства, возникает ситуация, в которой продукт не получает широкого распространения среди пользователей вследствие слабого сетевого эффекта, что приводит к потерям в прибыли. Если же на продукт установлена слишком низкая цена, то это приводит к сокращению уровня пиратства с одновременным повышением риска некупаемости затрат на изначальную разработку программного продукта.

Ценовая политика фирмы в отношении выпускаемого ею программного продукта и допущение некоторой доли пиратства, рассмотренные в этом разделе, покрывают лишь малую часть возможностей компании-производителя по управлению сетевыми эффектами и уровнем компьютерного пиратства в рамках стратегии дизайна линейки версий выпускаемого товара и ценообразования.

Стоит отметить, что в подавляющем числе микроэкономических моделей, посвященных выбору стратегии ценообразования, предполагается, что существует полная информированность потенциальных пользователей о товаре и компании-производителя о ценностной оценке покупателями выпускаемого ПП. В реальности же, компания нередко вынуждена формировать свою стратегию ценообразования имея весьма ограниченные знания о потребителях [22].

1.2.2. Стратегия дизайна линейки версий выпускаемого программного продукта

Другим инструментом управления является дизайн линейки выпускаемых версий программного продукта и, в первую очередь, их дифференциация. Дифференциация возможна как по качеству, что в случае с программным продуктом означает дифференциацию по функциональным возможностям выпускаемых версий, так и по времени доступного использования

В работах [65], [84] показано, что выпуск на рынок программных продуктов товаров в двух версиях может быть оптимальным в условиях наличия внешнего сетевого эффекта. Упрощенная версия предлагается с целью увеличения базы пользователей программным продуктом и создания сетевого эффекта. Более того, в указанных работах продемонстрировано, что наличие пиратства является существенным стимулом к использованию методов дифференциации по качеству для компании-производителя, даже в случае отсутствия сетевых эффектов.

В работах [100], [76] также рассматривается проблематика версирования программного продукта и ставится задача поиска оптимального количества версий. Авторами показано, что наличие пиратства может служить стимулом для компании-производителя к версированию и использованию дифференциации по качеству (или ценовой дискриминации второй степени), хотя предложение всего одной версии может быть оптимальной стратегией при отсутствии пиратства, как это было продемонстрировано в работах [24], [25].

Частным случаем стратегии дифференциации по функциональности и времени использования в рамках управления линейкой версий выпускаемого продукта является выпуск на рынок бесплатных ознакомительных версий программного продукта. Бесплатные ознакомительные версии используются различными компаниями в абсолютно различных отраслях: от парфюмерии и

продуктов питания до доступа к различным интернет-сервисам и программным продуктам. Предложение бесплатных ознакомительных версий может быть эффективным методом повышения спроса на выпускаемый продукт за счет того, что потенциальные пользователи лучше представляют себе характеристики товара или услуги. Проблема в том, что нередко для адекватной оценки ценности товара или услуги необходимо в течение некоторого времени его использовать. Именно поэтому в законодательстве о защите прав пользователей разных стран, включая Россию, прописана возможность возврата купленного высокотехнологичного товара в течение определенного периода времени.

Проблема неопределенности, связанная с ценностью товара для пользователя, характерна и для программных продуктов. Подобная неопределенность относительно ценности программного продукта снижает готовность пользователя приобретать товар и может привести к неэффективности рыночных механизмов. В связи с тем, что стоимость производства одной копии программного продукта в условиях распространенности интернета, практически равна нулю, компания-производитель без существенных затрат имеет возможность уменьшать неопределенность пользователей относительно ценности выпускаемого программного продукта, предлагая бесплатную ознакомительную версию. Более того, согласно эмпирическим исследованиям мотивации пользователей ПО к пиратству, одной из его причин как раз и является непонимание реальной ценности программного продукта. В отсутствие возможности получения бесплатной ознакомительной версии программного продукта, но возможности легко получить пиратскую версию ПП, пользователи и принимают для себя решение воспользоваться пиратской версией ПП для того, чтобы испытать все его возможности.

Существует две основные разновидности бесплатных пробных версий программных продуктов: версия без ограничения функционала, но с ограничением по времени использования (time-locked free trial version) или версия с ограничением функциональности, но без ограничения во времени использования (demo version). Ограничение по времени обычно означает либо ограниченность общего времени существования программы после ее установки на компьютере пользователя (скажем, 30 дней), либо ограничение по количеству запусков программы (к примеру, 30 запусков). В случае ограничения по функциональности демонстрационные версии позволяют пользователям использовать либо исключительно базовые функции программы, либо весь функционал, но вводя ограничения на данные, с которыми программа работает. Большинство компаний выбирают для себя один из двух типов ознакомительных версий, сочетание перечисленных выше двух типов наблюдается на рынке довольно редко.

Так как в случае ознакомительной версии с ограничением по времени пользователь имеет полный доступ к функционалу программного обеспечения, то подобная разновидность ознакомительных версий лучше подходит для снижения неопределенности восприятия пользователей относительно функциональности программного продукта. Однако предложение на рынке бесплатной ознакомительной версии без ограничения в функционале может привести к снижению выручки компании-производителя в результате того, что часть пользователей, которые изначально планировали лишь краткосрочное использование программного продукта могут отказаться от приобретения полной версии. Более того, если после ознакомления пользователь примет отрицательное решение о приобретении продукта, вклад этого пользователя в создание сетевого эффекта станет равным нулю. В отличие от версий с ограничением по времени, версии с ограничением по функционалу имеют то преимущество, что сетевой эффект создают как те пользователи, которые приобрели

лицензионную версию. так и пользователи, которые приняли решение использовать лишь ознакомительную версию. Однако проблема каннибализма, заключающаяся в том, что продажи одного продукта снижают спрос на другой продукт за счет, возникает и при использовании версии с ограничением по функционалу. К примеру, некоторые пользователи могут счесть функционал ознакомительной версии достаточным для себя и отказаться от приобретения коммерческой версии продукта.

В существующей академической литературе описано несколько подходов к изучению проблематики выпуска ознакомительных версий программных продуктов в дополнение к коммерческим. К примеру, бесплатные версии программных продуктов можно рассматривать как самостоятельные программные продукты сосуществующие со схожими коммерческими. Примером подобных бесплатных и коммерческих продуктов могут служить продукты компании Adobe: Adobe Reader и Adobe Acrobat. В работе [36] делается вывод о том, что если сила сетевого эффекта велика, то компании-производителю может быть выгодно, чтобы ее конкуренты «клонировали» ее продукцию, т.е. делали свой продукт похожим на оригинал, но с более низкой функциональностью. В случае же, когда компания-производитель программного обеспечения предлагает на рынке вместе с коммерческой еще и бесплатную ознакомительную версию с ограничением по функционалу, то для максимизации своей выручки компании следует снизить функциональность ознакомительной версии до минимально возможного значения. В работе [32] приведена модель, являющаяся развитием модели из работы [36], для поиска оптимальной стратегии выпуска бесплатной ознакомительной версии программного обеспечения с ограничением по функционалу. Авторами показано, что в случае сильного сетевого эффекта, компании следует выпускать на рынок ознакомительную версию программного обеспечения с ограничением по функционалу, и компании выгоднее предлагать бесплатную версию, нежели

выпускать серию коммерческих версий разных по цене и функциональности, проводя, таким образом, политику сегментирования рынка.

Проблематика распространения тестовых образцов или ознакомительных, пробных версий продуктов широко представлена в академической литературе по маркетингу. Количественные модели использования демонстрационных, пробных версий товаров, как элемента маркетинговой стратегии продвижения товара приведены в работах [50], [57], [64], [61]. В работе [64] авторы используют имитационное моделирование для определения оптимального уровня распространенности тестовых образцов для нового товара. Авторы модифицируют диффузную модель Басса в предположении, что коэффициент инноваций является функцией уровня распространения тестовых образцов. Авторами было получено, что распространение тестовых образцов является критически важным в начальной стадии жизненного цикла продукта и приводит не только к росту пользовательской базы, но и является действенным стимулом для продвижения продукции «через сарафанное радио» (by word-of-mouth). В результате моделирования получена оценка оптимального начального уровня инвестиций в распространение тестовых образцов и то, как это влияет на динамику диффузии продукта. В работе [61] построена модель, в которой изучается влияние использования тестовых образцов как на уровень текущих продаж, так и на долгосрочные тренды. В динамической модели определяется оптимальный уровень распространения тестовых образцов. Еще одной работой по проблематике ознакомительных версий продуктов является работа [18]. В ней построена модель изучения влияния использования тестовых образцов некоего брендированного товара, распространяемых по почте, на уровень его продаж. Авторы выделили для рассмотрения три эффекта:

- пользователи начинают чаще совершать покупку товаров того бренда, чьи тестовые образцы они получают бесплатно по почте;

- пользователи уменьшает количество оплачиваемых покупок товаров бренда за счет того, что начинают пользоваться только тестовыми образцами;
- пользователи начинают совершать покупки того бренда, который даже не рассматривался бы без тестовых образцов.

Авторами получено, что все три эффекта существуют. Сила проявления каждого из них зависит как от характеристик рынка рассматриваемого товара, так и от характеристик самого товарного бренда.

Все приведенные выше работы по проблематике использования тестовых образцов подразумевали, что бесплатное предложение тестовых образцов товара небольшой группе потенциальных покупателей имеет своей целью ознакомление покупателей с товаром и стимулирование спроса. В случае с программным обеспечением вопрос использования ознакомительных версий для продвижения продукта на рынок имеет некоторые особенности. Во-первых, компания-производитель имеет возможность предложить демонстрационную версию программного продукта всем потенциальным пользователям. Более того, сегментирование рынка очень часто не представляется возможным и, как результат, риски потерь спроса у компаний-производителей ПО выше, чем у производителей других товарных категорий. Во-вторых, программное обеспечение является продуктом длительного использования, в то время как большинство товаров, для продвижения которых применяются тестовые образцы, являются товарами ежедневного спроса. В-третьих, различие между тестовым образцом и коммерческим товаром являются не качественными (в случае ПО корректнее говорить о функциональности и удобстве использования), а количественными. В этом смысле, ознакомительные версии с ограничением по времени идеологически ближе к классическому формату использования тестовых образцов. Наконец, маргинальные издержки производства копий (как коммерческих, так и демонстрационных) программных продуктов

незначительны, в то время как у физических товаров они могут быть весьма значительными.

В работе [60] наиболее полно на модельном уровне изучена проблематика существования ограниченных по времени ознакомительных версий продукта. Авторами в своей работе была поставлена задача поиска оптимального времени для ознакомления с такими продуктами, как транспортные средства и компьютерная техника. Авторы доказывают теоретически и экспериментально, что функция, выражающая вероятность покупки после ознакомления, не является монотонной от времени, отведенному на ознакомление. Вначале вероятность увеличивается со временем, но начиная с некоторого момента начинает уменьшаться.

Цифровые товары, как и подавляющее большинство товаров длительного использования, обычно требуют предварительного ознакомления перед приобретением, а значит, можно ожидать, что пиратство будет оказывать положительный эффект на скорость распространения информации о товаре и на сокращение расходов на информирование потребителей, но в то же время сыграет и отрицательную роль, уменьшив выручку. Доминирующим способом распространения пиратских копий, отнесенных к этой группе, являются пирринговые сети, которые в ряде работ рассматриваются как альтернативный канал для продвижения и распространения информации о новом товаре.

1.2.3. Современные тенденции дизайна продуктовой стратегии

Поиск радикального метода решения проблемы пиратства ведется довольно давно. И уже сейчас можно рассматривать распространение программного обеспечения по модели SaaS, как наиболее перспективный метод борьбы с пиратством. По сути, от пользователя не требуется ничего, кроме интернет-браузера. Все данные хранятся и обрабатываются на удаленных серверах компании-провайдера услуги (или ее партнера). Клиент

получает не само ПО, в виде установочной версии, а доступ к услуге, платную подписку на нее.

Плюсы подхода очевидны. Во-первых, продажа пиратского ПО становится рудиментом, поскольку рудиментом становится законченный «коробочный» продукт. Во-вторых, уменьшается стоимость продажи продукта: теряется необходимость его физического тиражирования. В-третьих, снижается цена владения: пользователю не надо покупать лицензии и наращивать мощности компьютера для работы с ресурсозатратными приложениями. Наиболее существенна экономия будет как раз для малых предпринимателей и физических пользователей – приверженцев пиратского программного обеспечения.

SaaS в перспективе нескольких лет способен ощутимо снизить процент пиратства, однако считать, что эта модель полностью истребит рынок пиратского ПО, является заблуждением. Причина в том, что SaaS решает только классическую проблему пиратства с нелегальным копированием продукта. Пользователь не устанавливает себе на ПК никакого коммерческого программного обеспечения, а платит только за сервис. Однако при этом неизбежно возникает теоретическая возможность пользоваться сервисом, но не платить за него — по сути, это то же пиратство, но на новом витке технологического развития. Объектом пиратства могут стать логины и пароли пользователей, вместо установочных версий программ.

О запуске подобных SaaS-решений заявили крупнейшие производители пользовательского ПО – компании Adobe и Microsoft. Обе компании разработали интернет сервисы, предоставляющие несколько упрощенные возможности выпускаемого ими «коробочного» ПО. В обоих случаях речь идет о создании дополнительной версии к выпускаемому программному продукту, но отличительная черта этой версии заключается в том, что компания-производитель имеет возможность намного эффективнее

контролировать несанкционированное использование этой версии ПП. Таким образом, компании удастся интернализировать создаваемый сетевой эффект исходной полной версией ПП, создаваемый в том числе пиратскими пользователями ПП, что соотносится с идеями авторов работы [12] о компенсации части потерь от пиратства за счет дополняющих товаров и услуг.

1.2.4. Типология методов, используемых компаниями- производителями ПП при формировании продуктовой стратегии

Проведенный выше анализ возможных механизмов позволяет сделать вывод о том, что ключевым компонентом продуктовой стратегии является дизайн линейки выпускаемых версий ПП, дифференциация которых возможна по трем характеристикам:

- 1) функциональная возможность версии ПП;
- 2) время использования версии ПП;
- 3) цена версии ПП.

Типология инструментов, используемых компанией-производителем ПО в рамках дизайна продуктовой линейки, представлена в Таблице 3. Теоретические исследования рынков ПО на качественном уровне показывают, что каждый из рассматриваемых инструментов формирования стратегии дизайна продуктовой линейки при определенных обстоятельствах позволяет повысить выручку от реализации ПП во многом за счет управления создаваемым сетевым эффектом. Более того, они позволяют как сделать невыгодным допущение пиратства для компании-производителя, так и в целом снизить уровень пиратства. Для количественной оценки эффективности использования таких инструментов, как предложение ознакомительной и демонстрационной версий ПП, в рамках данного диссертационного исследования разработан комплекс методов и моделей, в

динамике описывающих взаимодействие потребителей и производителя на рынке ПО при наличии внешнего сетевого эффекта и цифрового пиратства.

Таблица 3

Типология методов, используемых при формировании продуктовой стратегии

		Упрощенный функционал версии ПП	Полный функционал версии ПП
Цена = 0	Ограниченное время использования версии ПП		<ul style="list-style-type: none"> Предложение демонстрационных версий ПП;
	Неограниченное время использования версии ПП	<ul style="list-style-type: none"> Предложение ознакомительных версий ПП; 	<ul style="list-style-type: none"> Допущение пиратства;
Цена > 0	Ограниченное время использования версии ПП	<ul style="list-style-type: none"> Версирование выпускаемых платных версий ПП, предоставляемых по моделям подписки и аренды; 	<ul style="list-style-type: none"> Предоставление доступа к ПП по моделям подписки и аренды;
	Неограниченное время использования версии ПП	<ul style="list-style-type: none"> Версирование выпускаемых платных версий ПП 	<ul style="list-style-type: none"> Предоставление скидок на приобретение новых версий ПП; Ценовая дискриминация; Пакетные продажи нескольких совместимых ПП по сниженной цене;

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Во второй главе диссертационного исследования представлено описание комплекса экономико-математических моделей рынка программного обеспечения и ставятся задачи, которые могут быть решены при помощи разработанного комплекса.

2.1. Основные предпосылки разработанного комплекса моделей рынка программного обеспечения

Большая часть литературы по проблематике, связанной с изучением стратегии компании-производителя в отношении выпускаемых ею программных продуктов и создаваемых этими программными продуктами внешних сетевых эффектов, изучает данную проблематику с одной из двух точек зрения: либо с точки зрения компании-производителя, либо с точки зрения конечного потребителя, т.е. пользователя. В первом случае изучается процесс конкурентного взаимодействия компаний-производителей на протяжении всего жизненного цикла продукта за счет выбора разных стратегии разработки, позиционирования, продвижения и выпуска обновлений, во втором – как потребители принимают решение о том, что им и когда покупать.

В рамках разработанного комплекса моделей рассматривается рынок ПО, состоящий из заданного количества потенциальных пользователей, на котором компанией-производителем представлен новый ПП. Разработка и продажа ПП рассматриваться компанией-производителем, как инвестиционный проект. Будем полагать, что постоянные затраты на разработку ПП фиксированы и не зависят от спроса на ПП, переменные затраты на производство одной копии ПП равны нулю. Также предположим, что установив цену на ПП, компания-производитель не планирует ее

изменять цену с течением времени. При этом каждому пользователю помимо одной или нескольких оригинальных версий доступна еще и пиратская версия ПП.

В основе предложенного комплекса моделей лежат следующие предпосылки:

1. В каждый момент времени t_i потребитель получает ценность от использования имеющейся у него версии ПП. Данная ценность определяется как выраженные в денежных единицах затраты пользователей на выполнение тех операций, которые пользователь предполагает выполнять с помощью приобретаемого ПП, в случае его отсутствия.
2. Совокупная потребительская ценность от использования ПП складывается из внутренней и сетевой составляющих. Внутренней составляющей определяется как ценность, создаваемая от использования ПП в ситуации, когда никто, кроме самого пользователя, не применяет данный ПП. Внутренняя ценность в момент времени t_i стохастически зависит от значения внутренней ценности в момент времени t_{i-1} . Сетевая составляющая определяется как добавленная ценность, зависящая от общего количества пользователей данным ПП, и является одинаковой для всех пользователей.
3. Будем полагать, что имеет место быть полная информированность всех потенциальных пользователей об основных характеристиках рынка и каждый из них способен оценить долгосрочную потребительскую ценность использования всех доступных версий ПП в денежных единицах.
4. Будем полагать, что поведение потенциальных пользователей ПП является рациональным и каждый из них решает задачу выбора версии ПП, для которой будет достигаться максимальное значение разности между ожидаемой долгосрочной ценностью от использования версии

ПП с учетом сетевого эффекта и ценой или затратами на приобретение версии ПП.

2.2. Базовый модель рынка ПП

В рамках базовой модели компания-производитель продает на рынке только одну версию ПП. Задача компании-производителя заключается в определении цены оригинальной версии ПП и спроса на ПП, при которых будет достигаться максимальное значение дисконтированной выручки от реализации оригинальной версии ПП за заданное количество периодов времени при учете ограничения на спрос, связанного с рациональным поведением пользователей и существованием на рынке помимо оригинальной еще и пиратской версии ПП.

2.2.1. Список используемых обозначений

- T – количество периодов времени, в течение которых будет осуществляться продажа ПП в предположении, что время дискретно и измеряется в периодах;
- t_i – рассматриваемый период времени, в который осуществляется продажа ПП, $i=0, \dots, T$;
- p – официальная цена оригинальной версии ПП в предположении, что компания не планирует изменять цену с течением времени;
- c – затраты пользователей на поиск пиратской версии ПП;
- α – степень упрощенности функционала пиратской версии ПП по сравнению с оригинальной, $\alpha \in [0, 1]$;
- m_G – количество потенциальных пользователей на рынке ПП;
- m_i – количество потенциальных пользователей, информированных о существовании ПП период времени t_i , $i=0, \dots, T$;
- a, b – параметры отражающие скорость распространения информации о ПП;
- M_i – множество потенциальных пользователей ПП, информированных о существовании ПП на рынке к периоду времени t_i , $i=0, \dots, T$;
- m_i – количество потенциальных пользователей ПП, информированных о существовании ПП на рынке к

- периоду времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- N_i – множество пользователей оригинальной или пиратской версий ПП к периоду времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- n_i – количество пользователей оригинальной или пиратской версий ПП к периоду времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- D_i – множество пользователей, купивших оригинальную версию ПП в период времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- d_i – количество пользователей, купивших оригинальную версию ПП в период времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- Q_i – множество пользователей, начавших использовать пиратскую версию ПП в период времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- q_i – количество пользователей, начавших использовать пиратскую версию ПП в период времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- $f(n_i)$ – выраженная в деньгах сетевая ценности ПП для пользователя;
- e – параметр, отражающий силу сетевого эффекта в предположении линейной зависимости сетевой ценности ПП от общего количества пользователей ПП ($f(n_i)=e \cdot n_i$);
- $\{V_i^O\}_k, \{V_i^P\}_k$ – векторы из значений выраженной в деньгах внутренней ценности оригинальной и пиратской версий ПП для k -го пользователя соответственно, $i=0, \dots, T, k=1, \dots, m_G$;
- σ_O^2, σ_P^2 – дисперсии процессов изменения внутренней ценности оригинальной и пиратской версий ПП для пользователей соответственно;
- μ_O, μ_P – математические ожидания процессов изменения внутренней ценности оригинальной и пиратской версий ПП для пользователей соответственно;
- V_*^O, V_*^P – выраженные в деньгах критические значения внутренней ценности для оригинальной и пиратской версий ПП для пользователя, по достижению которых дальнейшее использование версии ПП не является целесообразным;
- $\mathbf{E}[V_k^O], \mathbf{E}[V_k^P]$ – выраженные в деньгах ожидаемые долгосрочные значения внутренние ценности от использования оригинальной и пиратской версий ПП для k -го пользователя соответственно, $k=1, \dots, m_G$;
- U_k – выраженная в деньгах потребительская ценность от использования ПП для k -го пользователя, $k=1, \dots, m_G$;
- r – ставка дисконтирования за период.

2.2.2. Распространение информации о ПП среди потенциальных пользователей

Традиционный подход к анализу распространения информации о товаре или услуг заключается в том, что количество пользователей, принявших решение об использовании в данный момент времени, может быть рассмотрено как функция от общего количества пользователей этим товаром или услугой. Теоретические и практические исследования рынков информационных товаров, к которым относится и ПП позволяют сделать вывод о том, что информация о ПП распространяется среди потенциальных пользователей согласно модели диффузии инноваций (см. [9], [10]). Будем полагать, что количество потенциальных пользователей, информированных в период времени t_i о существовании ПП задается в виде разностной аппроксимации на сетке с постоянным шагом следующим образом:

$$m_i = m_{i-1} + (a + b m_{i-1})(m_G - m_{i-1}), \quad (1)$$

где m_0 – заданное количество потенциальных пользователей, информированных о существовании ПП в начальный момент времени.

Под информированностью потенциального пользователя о существовании ПП мы будем понимать, его информированность об общем количестве пользователей ПП к рассматриваемому периоду времени (n_i), характеристиках ПП, которые позволяют ему оценить параметры, отражающие ценность от использования ПП для него (σ_O^2 , σ_P^2 , μ_O , μ_P , $\{V_i^O\}_k$, $\{V_i^P\}_k$, V_*^O , V_*^P , $\mathbf{E}[V_k^O]$, $\mathbf{E}[V_k^P]$).

2.2.3. Определение потенциальными пользователями ценности от использования версии ПП

Для определения ожидаемой ценности ПП для пользователя рассмотрим произвольного потенциального пользователя k . Для этого

пользователя задана величина V_0^O – первоначальная внутренняя ценность оригинальной версии ПП.¹ Отметим, что для каждого потенциального пользователя эта ценность сугубо индивидуальна, так как связан с его персональными потребностями и возможностями. Компания-производитель имеет возможность только оценить распределение этой величины.

Будет считать, что ценность ПП для пользователя в период времени t_i будет равной сумме ценности оригинальной версии продукта в период времени t_{i-1} и некой случайной величины ζ_i :

$$V_i^O = V_{i-1}^O + \zeta_i \quad (2)$$

Запишем выражение для прироста ценности за s периодов времени:

$$V_{i+s}^O - V_i^O = \sum_{j=1}^s \zeta_j \quad (3)$$

Будем полагать, что ζ_i является независимо нормально распределенной случайной величиной с дисперсией равной σ_0^2 и математическими ожиданием равными μ_0 , что является общепринятым допущением для динамических моделей, описывающих изменения ценности использования товаров длительного пользования (см. [75], [42])

Перейдя от дискретной временной модели к непрерывной, можно говорить, о том, что процесс изменения ценности ПП представляет собой Броуновское движение:

$$\begin{cases} V^O(t) = \mu dt + \sigma dz \\ V^O(0) = V_0^O \end{cases} \quad (4)$$

Пользователь ПП продолжает его использовать до момента, пока ожидаемая ценность его дальнейшего использования положительна. Найдем в явном виде критические значения V^* , при которой пользователь прекращает

¹ В тексте представлен вывод формулы для критического значения ценности и ожидаемой ценности для оригинальной версии ПП. Вывод для случаев пиратской, ознакомительной и демонстрационных версий аналогичны.

использование ПП. Для этого введем в рассмотрение функцию $F(V^O)$ как сумму текущей ценности ПП и ценности опциона обладания им в будущем.

$$F(V^O) = V_0^O + \frac{1}{1+rdt} \mathbf{E}[F(V^O + dV^O)] \quad (5)$$

Преобразуем (5) в дифференциальное уравнение второго порядка:

$$\begin{aligned} F(V^O + dV^O) &= F(V^O) + dF \\ \mathbf{E}[F(V^O + dV^O)] &= F(V) + \mathbf{E}[dF] \end{aligned} \quad (6)$$

Далее, применяя лемму Ито, получаем:

$$\mathbf{E}[F(V^O + dV^O)] = F(V^O) + [\mu F'(V^O) + 1/2 \sigma^2 F''(V^O)] dt + o(dt) \quad (7)$$

Преобразуя уравнение (7) получаем дифференциальное уравнение второго порядка:

$$rF(V^O) = V^O + \mu F'(V^O) + 1/2 \sigma^2 F''(V^O) \quad (8)$$

Решение уравнения (8) можно записать в следующем виде:

$$F(V^O) = C_1 e^{\frac{V(\sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2 r} - \mu)}{\sigma^2}} + C_2 e^{-\frac{V(\sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2 r} + \mu)}{\sigma^2}} + \frac{rV^O + \mu}{r^2} \quad (9)$$

Заметим, что $\lim_{V \rightarrow \infty} F'(V) < \infty$, что означает равенство нулю коэффициента c_2 .

Поэтому решение дифференциального уравнения (9) принимает вид:

$$F(V^O) = C_1 e^{\frac{V(\sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2 r} - \mu)}{\sigma^2}} + \frac{rV^O + \mu}{r^2} \quad (10)$$

Задача Коши для дифференциального уравнения (10) формулируется как:

$$\begin{cases} F(V_*^O) = 0 \\ F'(V_*^O) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

(11)

Решая (11), находим критическое значение V_* для ПП:

$$V_*^O = \frac{\sigma^2}{\sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2 r} - \mu} - \frac{\mu}{r} \quad (12)$$

Таким образом, ценность ПП для пользователя изменяется случайным образом с течением времени и пользователь перестает им пользоваться при достижении критического значения. Изначально же пользователь принимает решение об использовании ПП на основании ожидаемой ценности, определяемая как дисконтированная сумма по всем возможным реализациям случайного процесса до тех пор, пока значение ценности ПП выше найденного критического значения, и имеет следующий вид:

$$\mathbf{E}[V] = V_0 + \int_0^{\infty} \int_0^{\tau} e^{-\tau\theta} \mathbf{E}[V(\theta)|V(0)] d\theta f(\tau) d\tau$$

2.2.4. Поведения пользователей на рынке ПП

Как уже отмечалось ранее, предполагается, что потенциальные пользователи его информированность об общем количестве пользователей ПП к рассматриваемому периоду времени и характеристиках ПП, которые позволяют ему оценить параметры, отражающие ценность от использования ПП для него. обладают возможностью оценить для себя все указанные параметры в три этапа:

- 1) На первом этапе пользователь определяет свою первоначальная локальная ценность оригинальной и пиратской версий ПП, проводит оценку затрат на поиск корректно работающей пиратской версии ПП и общего количества пользователей рассматриваемого ПП.
- 2) На втором этапе пользователь оценивает критические значение ценности критическое значение для оригинальной и пиратской версий ПП.
- 3) На третьем этапе пользователь рассчитывает ожидаемые долгосрочные ценности от использования оригинальной и пиратской версий ПП путем дисконтированного суммирования по всем возможным реализациям случайного процесса до тех пор, пока значение ценности

ПП выше найденного критического значения для оригинальной и пиратской версий ПП.

Функция ожидаемой полезности от использования ПП для k -ого пользователя в период времени t_i примет следующий вид:

$$U_k = \begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i), & \text{если купить оригинальную версию ПП} \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i), & \text{если воспользоваться пиратской версией ПП} \\ 0, & \text{если не использовать данный ПП} \end{cases}$$

В соответствии со стремлением принять решение, максимизирующее полезность, потребитель делает вывод о необходимости применения одной из двух доступных версий ПП (оригинальной или пиратской), ценность от использования которой неотрицательна и имеет большее значение по сравнению с другой. Правила принятия решения представлены в Таблице 4 и Таблице 5.

Таблица 4

**Правила принятия решения об использовании ПП
для потенциальных пользователей**

Решение об использовании ПП	Условие его принятия
Купить оригинальную версию ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \end{cases}$
Воспользоваться пиратской версией ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p < \mathbf{E}[V_k^P] - c \end{cases}$
Не использовать данный ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i) < 0 \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i) < 0 \end{cases}$

Таблица 5

**Правила принятия решения о продолжении использования ПП
для существующих пользователей**

Решение об использовании ПП	Условие его
------------------------------------	--------------------

	принятия
Продолжить использовать пиратскую версию ПП	$V_{k,j}^P + f(n_i) > V_*^P$
Продолжить использовать оригинальную версию ПП	$V_{k,j}^O + f(n_i) > V_*^O$

2.2.5. Принципиальная схема функционирования рынка ПП и математическая постановка задачи, решаемой в рамках базовой модели

Графическое изображение схема функционирования рынка ПП в соответствии с базовой моделью представлено на Рисунке 1 Основные этапы могут быть записаны следующим образом:

1. В момент вывода компанией-производителем ПП на рынок, происходит определение параметров, связанных с распространением информации о ПП среди потенциальных пользователей и оценки ими потребительской ценности доступных версий ПП.
2. В каждый период времени t_i все потенциальные пользователи из множества $M_i \setminus N_i$ принимают решение об использовании доступных версий ПП на основе правил принятия решения, представленных в Таблице 4.
3. Также в каждый период времени t_i все существующие пользователи из множества N_i принимают решение о продолжении использования ПП на основе правил принятия решения, представленных в Таблице 5.
4. В результате моделирования поведения пользователей происходит определение спроса на ПП в каждый из рассматриваемых периодов времени и расчет дисконтированной выручки от реализации.
5. Компания-производитель решает задачу по определению цены оригинальной версии ПП и спроса на ПП, при которых будет достигаться максимальное значение дисконтированной выручки от реализации оригинальной версии ПП за заданное количество периодов времени при учете ограничения на спрос, связанного с рациональным

поведением пользователей и существованием на рынке помимо оригинальной еще и пиратской версии ПП:

$$\pi = \sum_{i=0}^T \frac{p \cdot d_i(p)}{(1+r)^i} \rightarrow \max,$$

$$\left\{ \begin{array}{l} d_i(p) = \left\{ k \in M_i \setminus N_i : \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f \left(\sum_{j=0}^{i-1} (d_j + q_j) \right) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \end{array} \right\} \right\}, \\ q_i(p) = \left\{ k \in M_i \setminus N_i : \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f \left(\sum_{j=0}^{i-1} (d_j + q_j) \right) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p < \mathbf{E}[V_k^P] - c \end{array} \right\} \right\}. \end{array} \right. \quad (15)$$

2.3. Модификации базовой модели рынка ПП

На основе базовой модели разработаны две модификации модели, на случаи, когда компания-производитель предлагает на рынке помимо оригинальной версии ПП еще ознакомительную или демонстрационную версию ПП. Ознакомительная версия идентична по функционалу оригинальной версии, но пользователь сможет ее использовать в течении ограниченного количества периодов времени, в то время как демонстрационная версия будет доступна пользователю в каждый период времени, но ее функциональность ограничена по сравнению с оригинальной.

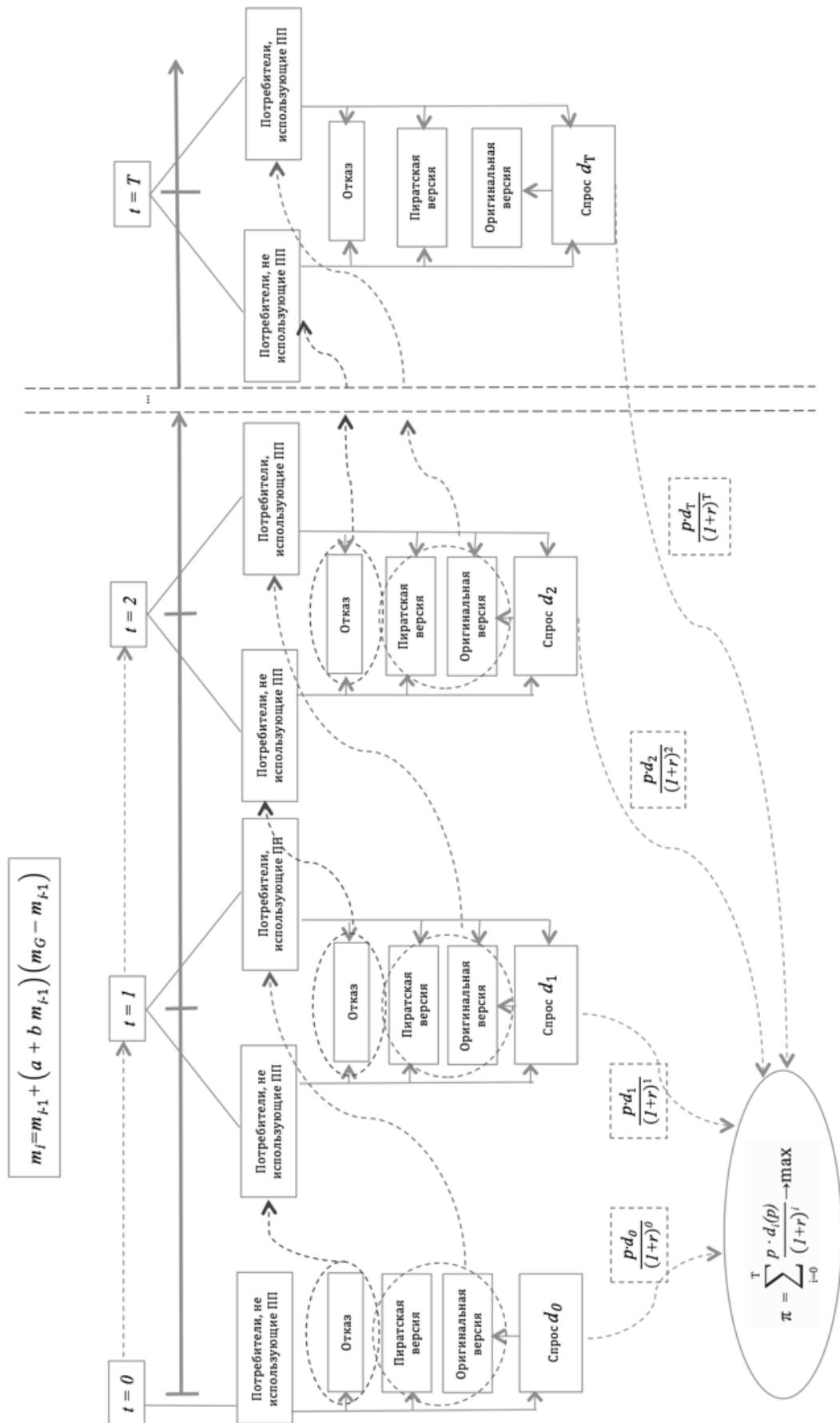


Рисунок 1 – Схема функционирования рынка ПО в соответствии с базовой моделью рынка ПО.

2.3.1. Список используемых обозначений

В дополнение к списку обозначений, используемых в рамках базовой модели, введем следующие обозначений:

- β – степень упрощенности функционала демонстрационной версии ПП по сравнению с оригинальной, $\beta \in [0, 1]$;
- τ – количество периодов времени, в течении которых пользователю будет доступна ознакомительная версия ПП;
- $t_{\tau,k}$ – номер периода времени, в который k -й пользователь начал использовать ознакомительную версию ПП;
- $\{V_i^D\}_k, \{V_i^T\}_k$ – векторы из значений выраженной в деньгах внутренней ценности демонстрационной и ознакомительной версий ПП для k -го пользователя соответственно, $i=0, \dots, T$, $k=1, \dots, m_G$;
- V_*^D, V_*^T – выраженные в деньгах критические значения внутренней ценности для демонстрационной и ознакомительной версий ПП для пользователя, по достижению которых дальнейшее использование версии ПП не является целесообразным;
- $E[V_k^D], E[V_k^T]$ – выраженные в деньгах ожидаемые долгосрочные значения внутренней ценности от использования демонстрационной и ознакомительной версий ПП для k -го пользователя соответственно, $k=1, \dots, m_G$;
- S_i – множество пользователей, начавших использовать доступную бесплатную версию ПП в период времени t_i , $i=0, \dots, T$;
- s_i – количество пользователей, начавших использовать доступную бесплатную версию ПП в период времени t_i , $i=0, \dots, T$;

2.3.2. Поведение пользователей при существовании на рынке оригинальной, ознакомительной и пиратской версий ПП

В этом разделе приведена модификация базовой модели – на случай использования ознакомительной версии ПП. Будем считать, что стоимость разработки ознакомительной версии при наличии уже разработанной оригинальной версии будем считать равной 0. Помимо оригинальной и ознакомительной версии пользователю доступна пиратская версия ПП.

Функция ожидаемой полезности от использования ПП с учетом существования на рынке ознакомительной версии для k -ого пользователя в период времени t_i примет следующий вид:

$$U_k = \begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i), & \text{если купить оригинальную версию ПП} \\ \mathbf{E}[V_k^T] + f(n_i), & \text{если воспользоваться ознакомительной версией ПП} \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i), & \text{если воспользоваться пиратской версией ПП} \\ 0, & \text{если не использовать данный ПП} \end{cases}$$

В логике базовой модели пользователь принимает решение об использовании одной из тех доступных версий ПП (оригинальной, пиратской и ознакомительной), если полезность от ее использования будет неотрицательной и превосходить полезность от использования оставшихся двух версий. При этом пользователь имеет возможность воспользоваться ознакомительную версию только один раз в течении определенного количества периодов. Правила принятия решения представлены в Таблице 6 и Таблице 7. После истечения ознакомительного периода, пользователь принимает решение об использовании ПП в соответствии с правилами, представленными в Таблице 4.

Таблица 6

**Правила принятия решения об использовании ПП
для потенциальных пользователей при наличии ознакомительной версии**

Решение об использовании ПП	Условие его принятия
Купить оригинальную версию ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^T] \end{cases}$
Воспользоваться ознакомительной версией ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^T] + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^T] \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \\ \mathbf{E}[V_k^T] > \mathbf{E}[V_k^O] - p \end{cases}$

Воспользоваться пиратской версией ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c > \mathbf{E}[V_k^O] - p \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c > \mathbf{E}[V_k^T] \end{cases}$
Не использовать данный ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i) < 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i) < 0 \\ \mathbf{E}[V_k^T] + f(n_i) < 0 \end{cases}$

Таблица 7

Правила принятия решения о продолжении использования ПП для существующих пользователей при наличии ознакомительной версии

Решение об использовании ПП	Условие его принятия
Продолжить использовать пиратскую версию ПП	$V_{k,j}^P + f(n_i) > V_*^P$
Продолжить использовать оригинальную версию ПП	$V_{k,j}^O + f(n_i) > V_*^O$
Продолжить использовать ознакомительную версию ПП	$\begin{cases} V_{k,j}^T + f(n_i) > V_*^O \\ t_i - t_k < \tau \end{cases}$

2.3.3. Поведение пользователей при существовании на рынке оригинальной, демонстрационной и пиратской версий ПП

В этом разделе приведена еще одна модификация базовой модели – на случай использования демонстрационной версии ПП. Функция ожидаемой полезности от использования ПП с учетом существования на рынке демонстрационной версии для k -ого пользователя в период времени t_i :

$$U_k = \begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i), & \text{если купить оригинальную версию ПП} \\ \mathbf{E}[V_k^D] + f(n_i), & \text{если воспользоваться ознакомительной версией ПП} \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i), & \text{если воспользоваться пиратской версией ПП} \\ 0, & \text{если не использовать данный ПП} \end{cases}$$

Правила принятия решения представлены в Таблице 8 и Таблице 9.

Таблица 8

**Правила принятия решения об использовании ПП
для потенциальных пользователей при наличии ознакомительной версии**

Решение об использовании ПП	Условие его принятия
Купить оригинальную версию ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^D] \end{cases}$
Воспользоваться демонстрационной версией ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^D] + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^D] \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \\ \mathbf{E}[V_k^D] > \mathbf{E}[V_k^O] - p \end{cases}$
Воспользоваться пиратской версией ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c > \mathbf{E}[V_k^O] - p \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c > \mathbf{E}[V_k^D] \end{cases}$
Не использовать данный ПП	$\begin{cases} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f(n_i) < 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p + f(n_i) < 0 \\ \mathbf{E}[V_k^D] + f(n_i) < 0 \end{cases}$

Таблица 9

**Правила принятия решения о продолжении использования ПП
для существующих пользователей при наличии ознакомительной версии**

Решение об использовании ПП	Условие его принятия
Продолжить использовать пиратскую версию ПП	$V_{k,j}^P + f(n_i) > V_*^P$
Продолжить использовать оригинальную версию ПП	$V_{k,j}^O + f(n_i) > V_*^O$
Продолжить использовать демонстрационную версию ПП	$V_{k,j}^D + f(n_i) > V_*^D$

2.3.4. Схема функционирования рынка ПП в случае существования на рынке бесплатных версий ПП

Принципиальная схема функционирования рынка представлена на Рисунке 2. В рамках всех модификаций модели, как и в базовой, будем

предполагать, что компания-производитель решает задачу по определению цены оригинальной версии ПП и спроса на ПП, при которых будет достигаться максимальное значение дисконтированной выручки от реализации оригинальной версии ПП за заданное количество периодов времени при учете ограничения на спрос, связанного с рациональным поведением пользователей и существованием на рынке помимо оригинальной и пиратской одной из двух бесплатных версии ПП²:

$$\pi = \sum_{i=0}^T \frac{p \cdot d_i(p)}{(1+r)^i} \rightarrow \max,$$

$$\left\{ \begin{array}{l} d_i(p) = \left\{ \left\{ k \in M_i \setminus N_i : \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{E}[V_k^O] - p + f \left(\sum_{j=0}^{i-1} (d_j + q_j + s_j) \right) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \\ \mathbf{E}[V_k^O] - p \geq \mathbf{E}[V_k^D] \end{array} \right\} \right\} \right. \\ s_i(p) = \left\{ \left\{ k \in M_i \setminus N_i : \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{E}[V_k^P] + f \left(\sum_{j=0}^{i-1} (d_j + q_j + s_j) \right) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^D] \geq \mathbf{E}[V_k^P] - c \\ \mathbf{E}[V_k^D] > \mathbf{E}[V_k^O] - p \end{array} \right\} \right\} \right. \\ q_i(p) = \left\{ \left\{ k \in M_i \setminus N_i : \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{E}[V_k^P] - c + f \left(\sum_{j=0}^{i-1} (d_j + q_j + s_j) \right) \geq 0 \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c > \mathbf{E}[V_k^O] - p \\ \mathbf{E}[V_k^P] - c > \mathbf{E}[V_k^D] \end{array} \right\} \right\} \right. \end{array} \right. \quad (16)$$

2.4. Постановка задачи в рамках разработанного комплекса моделей

В рамках разработанного комплекса моделей рынка ПО задача компании-производителя задается следующим образом:

² Приведена математическая постановка задачи для случая демонстрационной версии ПП.

- 1) Требуется определить цену оригинальной версии ПП и спроса на ПП, при которых будет достигаться максимальное значение дисконтированной выручки от реализации оригинальной версии ПП за заданное количество периодов времени при учете ограничения на спрос, связанного с рациональным поведением пользователей и существованием на рынке пиратской версии ПП в трех случаях:
 - I. вывод на рынок только оригинальной версии ПП;
 - II. вывод на рынок оригинальной и ознакомительной версий ПП;
 - III. вывод на рынок оригинальной и демонстрационной версий ПП.
- 2) Требуется определить при какой из трех возможных структур продуктовой линейки выпускаемого ПП (I - III) будет достигаться максимальное значение дисконтированной выручки от реализации.

Для решения поставленных задач используется комбинация метода итерационного перебора, аппроксимации на сетке с постоянным шагом и статистического моделирования. Разработанные алгоритмы и инструментальные средства решения поставленной задачи представлены в следующей главе диссертации.

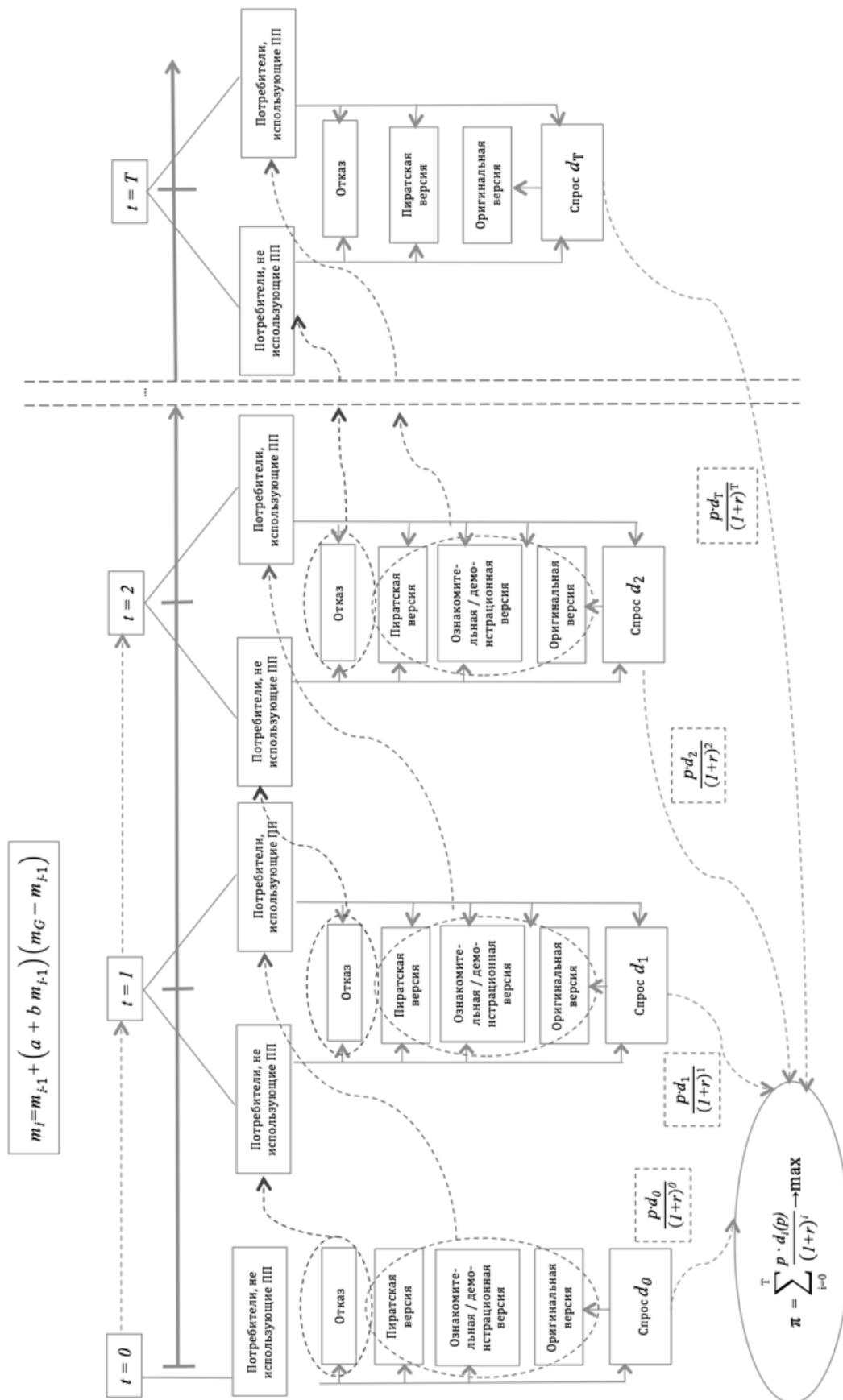


Рисунок 2 – Схема функционирования рынка ПО при наличии демонстрационной / ознакомительной версий ПО

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНЕГО СЕТЕВОГО ЭФФЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОГО ПИРАТСТВА

3.1. Обоснование выбора среды моделирования

Имитационное моделирование – это распространенная разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств, специальных имитирующих компьютерных программ и технологий программирования, позволяющих посредством процессов-аналогов провести целенаправленное исследование структуры и функций реального сложного процесса в памяти компьютера в режиме «имитации», выполнить оптимизацию некоторых его параметров. Целью имитационного моделирования экономических систем является выявление факторов, оказывающих влияния на функционирование системы с их последующим качественным и количественным анализом. С практической точки зрения анализ подобных факторов позволяет осуществлять прогнозирование того, в какой состоянии будет находиться система в будущем в зависимости от конфигурации упомянутых факторов.

Имитационное моделирование представляет собой мощный и важный инструмент анализа экономических систем поскольку позволяет оценить последствия влияние на функционирование системы как со стороны участников системы, так и из вне без необходимости проведения реальных экспериментов. Вместе с тем, моделирование является ценным инструментом для лучшего понимания основных механизмов, лежащих в основе функционирования системы. Функционирование подавляющего большинства экономических систем происходит в условиях неопределенности факторов внешней и внутренней среды, что затрудняет процесс разработки комплекса управленческих решений по реагированию на изменения в системе. В

подобной ситуации имитационное моделирование позволяет количественно оценить существующие неопределенности и риски.

Существует большая разновидность программных продуктов, реализующая алгоритмы моделирования. Ни один из существующих продуктов не позволил в явном виде реализовать описанные математические модели. В результате чего было принято решение о разработке собственного программного инструментария для реализации описанных математических моделей поведения участников на рынке программного обеспечения. Среда моделирования должны была удовлетворять нескольким требованиям:

1) в ней должен был быть предусмотрена возможность выполнения математических операций, таких как дифференцирование и интегрирование.

2) среда должна поддерживать возможность объектно-ориентированного программирования и иметь удобный интерфейс визуализации полученных данных.

К сожалению, ни одна из существующих сред программирования не обладала требуемым функционалом. В связи с этим было принято решение использовать как основную среду программирования Microsoft Excel и использовать дополнительно пакет Wolfram Mathematica для выполнения математических расчетов.

3.2. Разработка алгоритмов и процедур моделирования рынка программного обеспечения

Для анализа проведения анализа рынка ПП был разработан программный инструментарий, реализующий описанные модели с использованием аппарата имитационного моделирования. Программный продукт состоит из трех модулей:

- В Модуле 1 реализован алгоритм моделирования распространения информации о ПП.

- В Модуле 2 реализованы алгоритм моделирования поведения пользователей в трех ситуациях:
 - I. вывод на рынок только оригинальной версии ПП;
 - II. вывод на рынок оригинальной и ознакомительной версий ПП;
 - III. вывод на рынок оригинальной и демонстрационной версий ПП.
- В Модуле 3 реализован алгоритм определения, какая из представленных выше трех возможных продуктовых стратегий компаний-производителей ПП является оптимальной с точки зрения заданного критерия – дисконтированной выручки от реализации.

3.2.1. Описание работы Модуля 1, реализующего моделирование распространения информации о ПП

Для проведения процедуры моделирования распространения информации о ПП, реализованной в Модуле 1 программного инструментария, необходимо задать следующие параметры:

- T – количество периодов времени, в течение которых будет осуществляться продажа ПП в предположении, что время дискретно и измеряется в периодах;
- m_G – количество потенциальных пользователей на рынке ПП;
- m_i – количество потенциальных пользователей, информированных о существовании ПП период времени $t_i, i=0, \dots, T$;
- a, b – параметры отражающие скорость распространения информации о ПП;

Результатом работы модуля является вектор из значений $\{m_i\}$ – совокупном числе потенциальных пользователей ПП, информированных о существовании рассматриваемого ПП на рынке к периоду времени t_i , рассчитанных по формуле (1).

3.2.2. Описание работы Модуля 2, реализующего моделирование поведения пользователей

Для проведения процедуры моделирования, реализованной в модуле 2 программного инструментария на основе построенных моделей поведения потенциальных пользователей на рынке, необходимо задать следующие параметры:

- α – степень упрощенности функционала пиратской версии ПП по сравнению с оригинальной, $\alpha \in [0, 1]$;
- β – степень упрощенности функционала демонстрационной версии ПП по сравнению с оригинальной, $\beta \in [0, 1]$;
- τ – количество периодов времени в течении которых пользователю будет доступна ознакомительная версия ПП;
- σ_O^2, σ_P^2 – дисперсии процессов изменения внутренней ценности оригинальной и пиратской версий ПП для пользователей соответственно;
- μ_O, μ_P – математические ожидания процессов изменения внутренней ценности оригинальной и пиратской версий ПП для пользователей соответственно;
- r – ставка дисконтирования за период.

Диапазон возможного изменения c – затрат пользователей на поиск пиратской версии ПП;

Диапазон возможного изменения e – параметра, отражающего силу сетевого эффекта в предположении линейной зависимости сетевой ценности ПП от общего количества пользователей ПП;

Параметры распределения первоначальных значений внутренней ценности оригинальной версии ПП для потенциальных пользователей;

Алгоритм моделирования поведения пользователей в соответствии с базовой моделью состоит из следующих шагов:

- 1) В каждый период времени t_j о существовании ПП узнает $m_j - m_{j-1}$ потенциальных пользователей. Для каждого потенциального пользователя впервые узнавшего о наличии ПП моделируется вектор внутренних ценностей от использования оригинальной, пиратской,

ознакомительной и демонстрационной версий ПП

$$(\{V_i^O\}_k, \{V_i^P\}_k, \{V_i^D\}_k, \{V_l^T\}_k, i = j..T, l = j..j+\tau).$$

- 2) Первые компоненты векторов $V_{j,k}^O$ для оригинальной версии задаются как случайные величины, имеющие заданное распределение.

Остальные компоненты задаются значениями дискретной аппроксимации реализаций случайного процесса геометрического броуновского движения с параметрами (μ_O, σ_O^2) .

- 3) Первые компоненты векторов $\{V_i^P\}_k, \{V_i^D\}_k, \{V_l^T\}_k$ определяются следующим образом: $V_{j,k}^P = \alpha V_{j,k}^O, V_{j,k}^D = \beta V_{j,k}^O, V_{j,k}^T = V_{j,k}^O$.

Остальные компоненты задаются значениями дискретной аппроксимации реализаций случайного процесса геометрического броуновского движения с параметрами (μ_P, σ_P^2) для пиратской версии ПП и (μ_O, σ_O^2) для ознакомительной и демонстрационной версий ПП.

- 4) В каждый период времени t_i происходит анализ всех потенциальных пользователей, владеющих информацией о ПП. Для каждого потенциального пользователей, которые еще не используют ПП, принимается решение об использовании ПП, для каждого уже пользователя оригинальной или пиратской версией принимается решение о том, продолжит ли пользователь использовать данную версию ПП или примет иное решение.

- 5) Задача моделирования заключается в поиске оптимального значения цены p при которой будет достигаться максимальное значение выручки π от продажи ПП за T периодов времени при следующих фиксированных параметрах модели: c – величины затрат на поиск пиратской версии ПП и e – силы сетевого эффекта.

Реализуя алгоритм моделирования ценностей пользователей до тех пор, пока следующая итерация не приведет к изменению выручки больше, чем заданный уровень погрешности ε для различных значений параметров

системы c и e получается распределение расчетного максимального значения выручки π от продажи ПП и цены p , при которой это значение выручки достигается.

Результатам выполнения модуля 2 являются сформированные следующие распределения, представляющиеся как в виде таблиц, так и в виде двумерных и трехмерных диаграмм:

1. Распределение расчетного значения цены на выпускаемый ПП, при котором будет достигнуто максимальное значение выручки, в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП.
2. Распределение расчетного значения максимально возможной выручки компании-производителя в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП.
3. Распределение доли пользователей, которые примут решение использовать пиратскую версию ПП в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП.

3.2.3. Описание работы Модуля 3, реализующего обобщенное представление результатов моделирования для принятия управленческих решений

В Модуле 3 реализован алгоритм сравнительного анализа эффективности трех рассматриваемых продуктовых стратегий:

- I. вывод на рынок только оригинальной версии ПП;
- II. вывод на рынок оригинальной и ознакомительной версий ПП;
- III. вывод на рынок оригинальной и демонстрационной версий ПП.

По итогам работы Модуля 3 формируется таблица, демонстрирующая, при какой из трех возможных стратегий будет достигаться максимальное

значение выручки компании-производителя ПП в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП.

3.3. Вычислительный эксперимент

Тестирование разработанных моделей и методов было проведено на реальных данных, предоставленных ЗАО «НИИ Спецпроектов».

Компанией были предоставлены данные, позволяющие провести оценку параметров, необходимых для проведения процедур моделирования:

- $T=100$ (периодов);
- $m_G = 1000$ (человек);
- $\alpha = 0.8, \beta=0.7$;
- $m_0 = 5$ (человек);
- $a = 0.001, b = 0.0001$;
- $r = 2\%$ (за период)
- Первые компоненты векторов $\{V_k^O\}$ являются независимыми одинаково распределенными случайными величинами, имеющими лог-нормальное распределение с параметрами $\mu = \text{Ln}(6)$ и $\sigma=1$.
- $\mu_O = 0, \sigma_O = 0.7$.
- $\mu_P = -0.05, \sigma_P = 0.7$

На Рисунках 3 и 4 представлены диалоговые окна для Модуля 1 и Модуля 2 соответственно.

На Рисунках 5–7 представлены полученные значения расчетной величины максимально возможной выручки компании-производителя и цены оригинальной версии ПП, при которой достигается это значение выручки, в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП. Аналогичные диаграммы доступны для анализа ситуации наличия ознакомительной и демонстрационной версий ПП.

На Рисунке 8 представлено распределение продуктовых стратегий, которые следует выбрать компании-производителю в зависимости

Параметры, связанные с распространением информации о ПП

Общее количество потенциальных пользователей ПП (m_G):	1000
Количество потенциальных пользователей, знающих о ПП в начальный момент период (m_0):	5
Количество периодов времени, для которых осуществляется расчет (T):	100
Параметр a	0,001
Параметр b	0,0001

Моделирование распространения информации о ПП

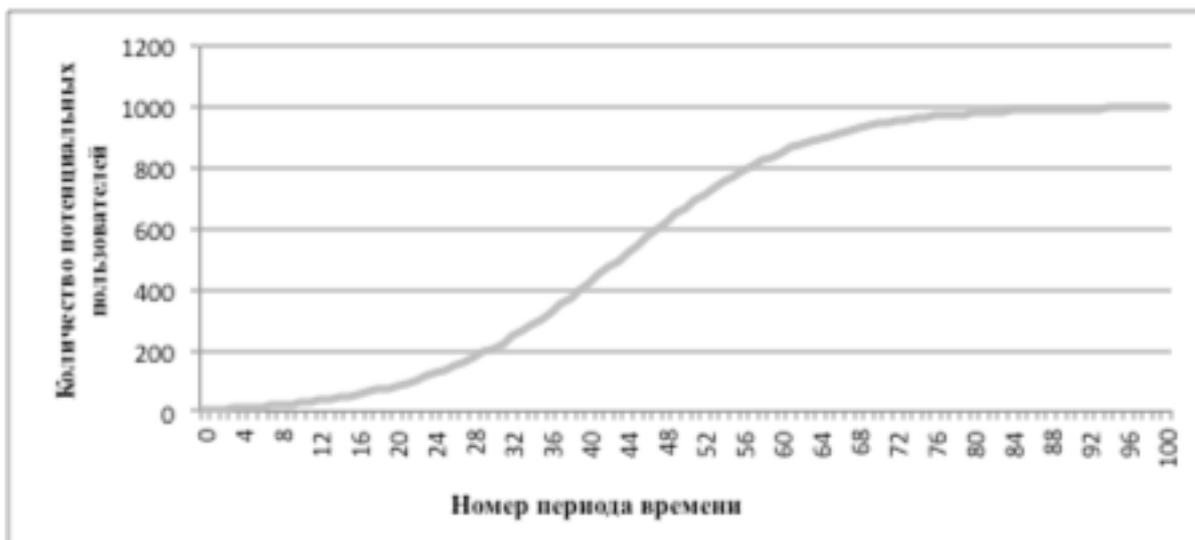


Рисунок 3 – Задание начальных значений в Модуле 1 и полученный график изменения количества потенциальных пользователей работы Модуля 1

Параметры распределения начальной внутренней ценности ПП

Вид распределения:	лог-нормальное	◆
Математическое ожидание:	0,8	
Дисперсия:	1	

Параметры изменения внутренней ценности ПП

	Мат. ожидание	Дисперсия
Оригинальная версия ПП	0	0,7
Пиратская версия ПП	-0,05	0,7

Прочие параметры

Степень упрощенности функционала пиратской версии ПП по сравнению с оригинальной (α)	0,8	
Степень упрощенности функционала демонстрационной версии ПП по сравнению с оригинальной (β)	0,7	
Количество периодов времени в течении которых пользователю будет доступна ознакомительная версия ПП (τ)	3	
Ставка дисконтирования за период (r)	1%	
	Min	Max
Диапазон возможного изменения затрат пользователей на поиск пиратской версии ПП (c)	0	1000
Диапазон возможного изменения параметра отражающего силу сетевого эффекта (e)	0	10

Рассматриваемая продуктовая стратегия

Предложение оригинальной и демонстрационной версий
--

Моделирование поведения пользователей ПП

Рисунок 4 – Задание начальных значений в Модуле 2 от силы сетевого эффекта (e) и затрат на поиск пиратской версии ПП (c).

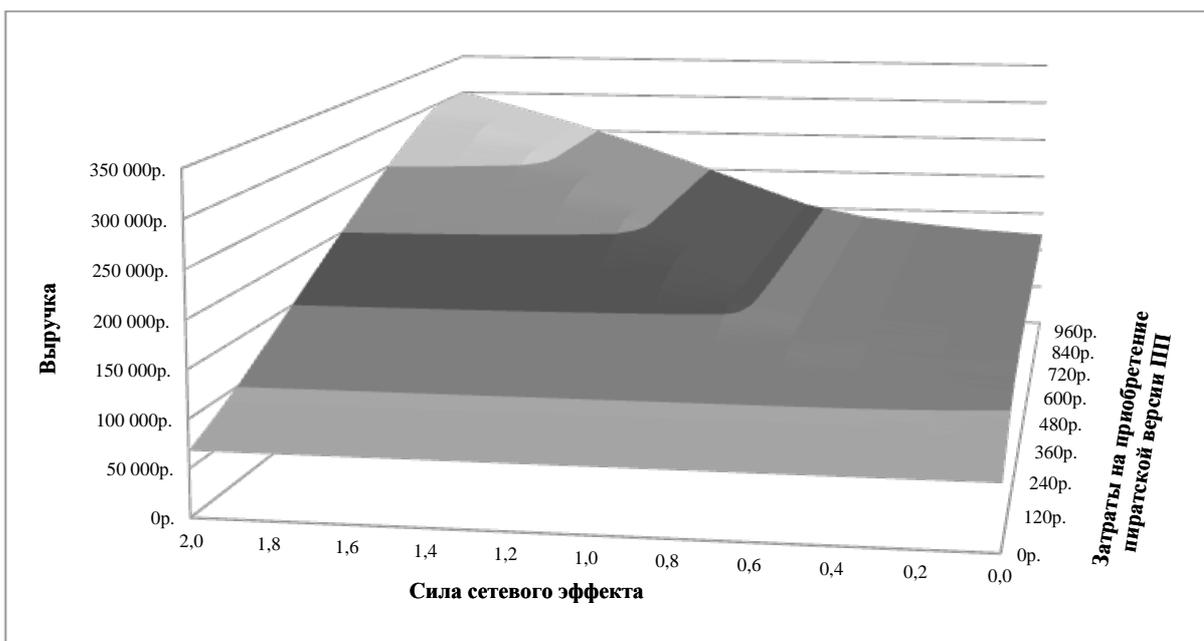


Рисунок 5 – Максимальная расчетная величина выручки в зависимости от затрат на поиск пиратской версии ПП и силы сетевого эффекта при отсутствии бесплатных версий ПП

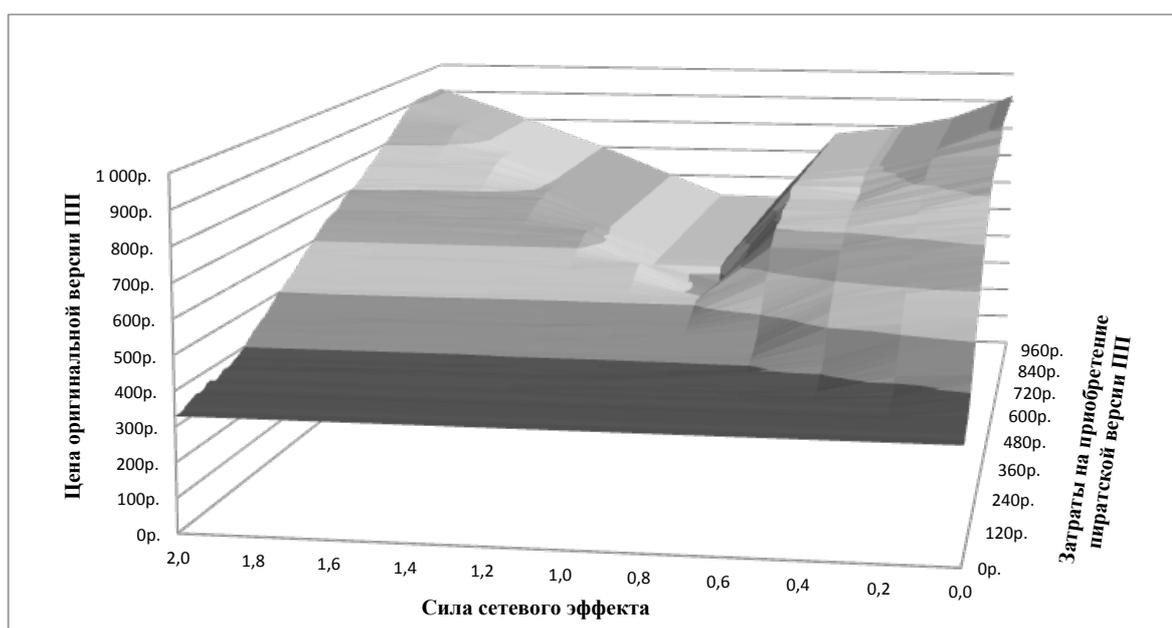


Рисунок 6 – Расчетная величина цены на оригинальную версию ПП, при которой достигается максимальная величина выручки, в зависимости от затрат на поиск пиратской версии ПП и силы сетевого эффекта при отсутствии бесплатных версий ПП

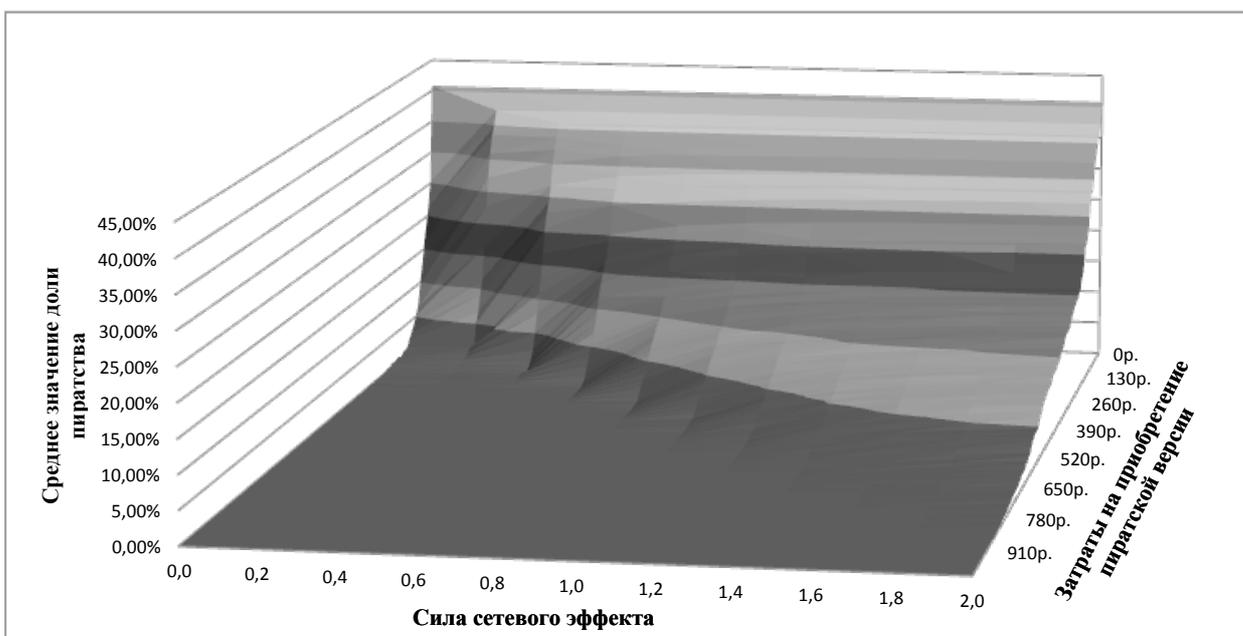


Рисунок 7 – Доля пользователей, которые примут решение использовать пиратскую версию ПП, в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП при отсутствии бесплатных версий ПП

Рекомендации компании-производителю ПП

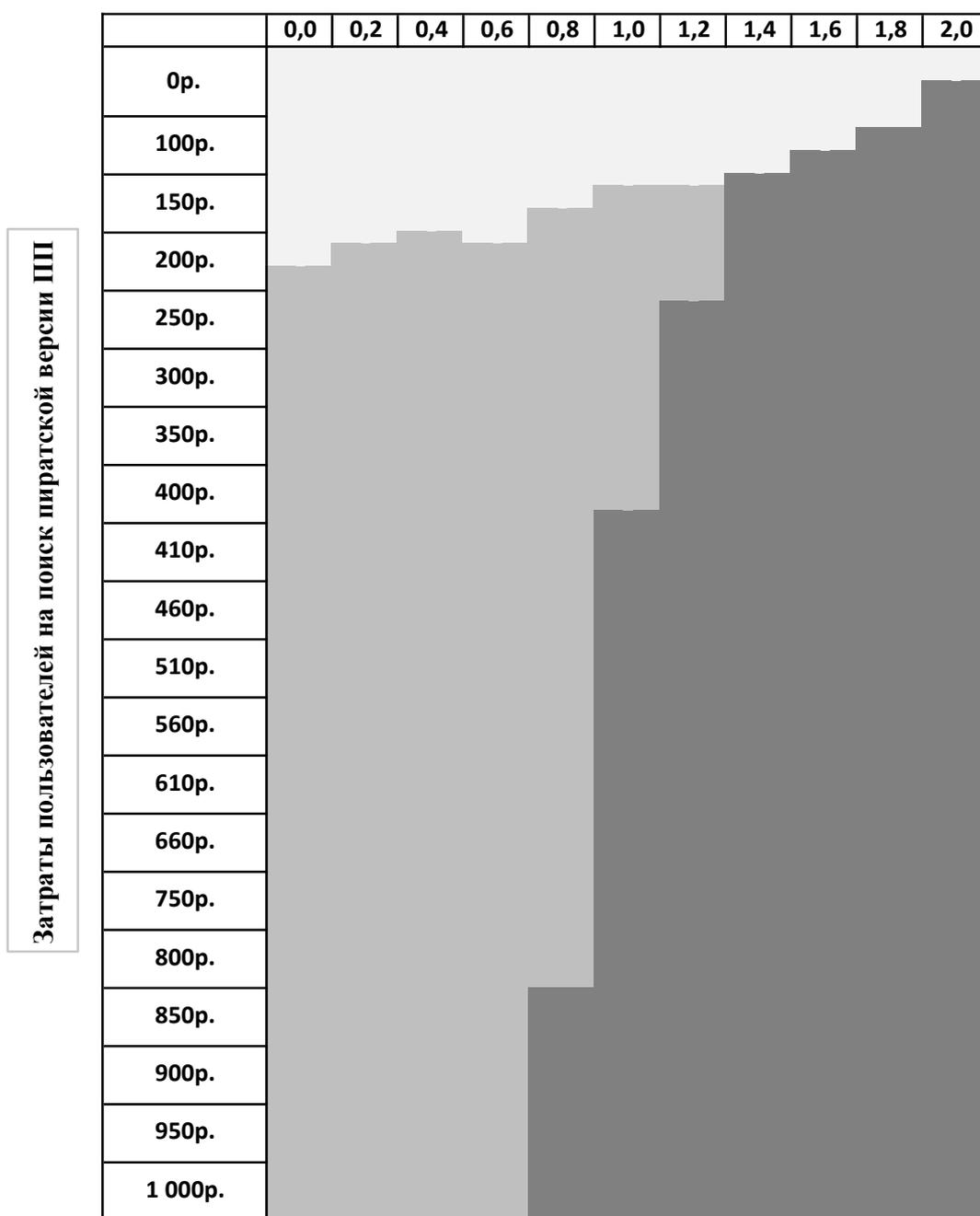
Разработанный программный инструментарий является средством поддержки принятия управленческих решений компании в вопросах выбора продуктовой стратегии ПП. На основе полученных данных в результате проведения вычислительного эксперимента, могут быть сделаны выводы и рекомендации для компании ЗАО «НИИ Спецпроектов»:

1) Вынуждая за счет применения административных и правовых мер пользователей повышать затраты на поиск пиратской версии ПП, компания-производитель может добиться улучшения финансовых показателей своей деятельности. В случае слабого сетевого эффекта компания не заинтересована в увеличении пользовательской базы за счет снижения цены, а в случае сильного сетевого эффекта ценность для большинства пользователей начиная с некоторого момента времени превысит затраты на приобретение пиратской версии, что сделает пиратство экономически невыгодным.

2) Предложение ознакомительных версий может привести к повышению выручки компании-производителя и снижению уровня пиратства в случае сильного сетевого эффекта и высокого уровня затрат на приобретение пиратской версии ПП. В этой ситуации часть пользователей, которая в ситуации отсутствия ознакомительной версии приняла бы решение отказаться от применения ПП, обратится к ознакомительной версии ПП, а после окончания ее действия приобретет оригинальную или пиратскую версию, что в любом случае приведет к увеличению выручки за счет создаваемого сетевого эффекта. Предложение бесплатных ознакомительных версий делает допущение некоторой доли пиратства нецелесообразным.

3) В случае сильного сетевого эффекта компании-производителю выгоднее предлагать демонстрационные версии, имеющих ограниченный функционал по сравнению с оригинальной. В случае же слабого сетевого эффекта более эффективно с точки зрения совокупной выручки от продажи ПП будет принять решение о выводе на рынок ознакомительных версий, идентичной по функциональности с оригинальной версией, но ограниченной по времени бесплатного использования.

Сила сетевого эффекта



- вывод на рынок только оригинальной версии ПП (I);
- вывод на рынок оригинальной и ознакомительной версий ПП (II);
- вывод на рынок оригинальной и демонстрационной версий ПП (III)

Рисунок 8 – продуктовые стратегии, которые следует выбрать компаниям-производителям ПП в зависимости от силы сетевого эффекта и затрат на поиск пиратской версии ПП

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа посвящена проблеме защиты программного обеспечения от пиратства. В процессе диссертационного исследования получены следующие основные результаты.

1. Проведена систематизация существующих подходов и моделей для анализа рынка ПО. На основе проведенного анализа выявлены ключевые детерминанты функционирования рынка ПО, использованные при разработке математических методов и моделей анализа рынка.
2. Предложена типология методов, используемых компаниями-производителями ПП при формировании продуктовой стратегии.
3. Разработан комплекс экономико-математических моделей и методов в динамике описывающих функционирование рынка ПО, позволяющие проводить анализ возможных продуктовой стратегии компании-производителя ПО и выбирать среди них оптимальную с точки зрения целевых критериев.
4. Реализованы алгоритмы и инструментальные методы моделирования рынка ПО для анализа эффективности продуктовой стратегии компаний-производителей.

Традиционно изучение рынков товаров длительного потребления, и в частности рынка аппаратного и программного обеспечения, ведется методами сравнительной статики. В работе представлена серия возможных динамических модификаций классических микроэкономических моделей поведения потребителей на рынке ПО. Динамическая постановка позволяет учесть временную ценность денег и влияние сетевого эффекта на процесс принятия решений об использовании ПП потенциальными пользователями.

В целом проведенное диссертационное исследование представляет разработанный комплексный подход к анализу рынка ПО, обеспечивающий исследование рынка как со стороны спроса, так и со стороны предложения за

счет разработки моделей поведения пользователей на рынке и моделей принятия решения компаниями-производителями ПО о структуре продуктовой линейки и ценообразования. Предложенный комплекс математических моделей и разработанные на их основе алгоритмы и инструментальные методы позволяют компаниями-производителям ПО более обоснованно подходить к решению задач формирования эффективной продуктовой стратегии. Полученные в работе результаты дополняют существующие теоретические представления о рынке ПО и согласуются с результатами практических исследований этого рынка.

В работе были проанализированы лишь несколько механизмов формирования продуктовой стратегии – механизмы на основе ценообразования и предложения бесплатных версий ПП. На практике, большинство компаний-производителей не ограничиваются выпуском только бесплатных упрощенных версий своего ПП, а стараются разработать и вывести на рынок как можно больше востребованных модифицированных версий ПП, рассчитанных на различные группы потенциальных пользователей. Кроме того, критерием оптимальности поставленной в работе задачи оптимизации является приведенная денежная выручка компании-производителя. Практика показывает, что являясь безусловно важным критерием, он не является единственным и существует немало ситуаций, требующих от компаний-производителей принятия решений, базирующихся на совершенно иных критериях оптимальности. Анализ различных ситуаций версирования и возможных критериев оптимальности и соответственно задач оптимизации может служить направлением дальнейшего исследования по проблематике диссертационной работы.

Список используемых источников

- [1] Межгосударственный стандарт 19781-90. Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения.
- [2] Благодатских В.А., Середя С.А., Посакалов К.Ф. Экономико-правовые основы рынка программного обеспечения: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2007.
- [3] Ботвин Г.А., Салтан А.А. Моделирование современного рынка программного обеспечения // Экономика и управление. 2014. № 2. с. 51 – 57.
- [4] Макаревич В.П. Развитие программного обеспечения в СССР // Программные продукты и системы. 1988. №17
- [5] Макконнелл, К. Р., Брю, С. Л., Экономикс. М.: Инфра-М. 2009.
- [6] Салтан А.А. Продуктовая стратегия компании-производителя программного обеспечения при наличии внешнего сетевого эффекта и компьютерного пиратства // Вестник С.-Петербургского университета. Серия «Экономика». 2013. №2, с. 147 – 155.
- [7] Салтан А.А. Моделирование рынка программного обеспечения // Прикладная информатика. 2012, №2, с. 9 – 17.
- [8] Середя С. А. Анализ рисков и минимизация потерь от нелегального распространения программных продуктов: Дисс. канд.экон. наук: 08.00.13. — М., 2005.
- [9] Соловьев В. И. Стратегия и тактика конкуренции на рынке программного обеспечения: Опыт экономико-математического моделирования: Монография. — М.: Вега-Инфо, 2010.
- [10] Соловьев В. И. Экономико-математическое моделирование рынка программного обеспечения: Монография. — М.: Вега-Инфо, 2009.
- [11] Стельмашонок Е.В. Информационная инфраструктура поддержки и защиты корпоративных бизнес-процессов: экономико- организационные проблемы. Монография. — СПб.:СПбГИЭУ, 2005.

- [12] Alvisi, M., Argentesi, E., Carbonara, E. Piracy and Quality Choice in Monopolistic Markets // Working Paper, University of Bologna. 2002. (URL: http://www.economia.uniroma2.it/sefemeq/professori/peracchi/works_hop/second_edition/Papers/Argentesi.pdf, дата обращения: 15.11.2014)
- [13] Arthur, W. B. Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events // Economic Journal. 1989. №99, pp. 116 – 131.
- [14] Bae, S.-H., Choi, J.P. A Model of Piracy // Working Paper, Michigan State University. 2003. (URL: https://www.clarku.edu/faculty/sbae/Piracy_IEP_final_version.pdf, дата обращения: 15.11.2014)
- [15] Bakos, J.Y., Brynjolfsson, E., Lichtman, G. Shared Information Goods // Journal of Law and Economics. 1999. №48, pp. 117 – 156.
- [16] Bailey, J., McKnight, L., Bosco, P. The Economics of Advanced Services in An Open Communications Infrastructure: Transaction Costs, Production Costs, and Network Externalities // Information Infrastructure and Policy. 1995. №4, pp. 255 – 278.
- [17] Banerjee, D.S. Software Piracy: A Strategic Analysis and Policy Instruments // International Journal of Industrial Organization. 2003. №21, pp. 97 – 121.
- [18] Bawa, K., R. Shoemaker. Effects of free sample promotions on incremental brand sales // Marketing Science. 2004. №23, pp. 345 – 363.
- [19] Belleflamme, P. Pricing Information Goods in the Presence of Copying // Working Paper, Queen Mary University of London. 2002. (URL: <http://www.serci.org/2002/Belleflamme.pdf>, дата обращения: 15.11.2014)
- [20] Belleflamme, P. Oligopolistic Pricing of Piratable Information Goods // Working Paper, CORE, Louvain-la-Neuve. 2003. (URL: http://dial.academielouvain.be/downloader/downloader.py?pid=borea1:5438&datastream=PDF_01, дата обращения: 15.11.2014)

- [21] Bensen, S., Farrell, J. Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization // Journal of Economic Perspectives. 1994. №8, pp. 117 – 310.
- [22] Bergemann, D., Schlag, K. H. Pricing without priors. Working paper, Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University. 2007. (URL: <http://ssrn.com/abstract=1013570>, дата обращения: 15.11.2014)
- [23] Besen, S., Farrell, J. Choosing how to compete: Strategies and tactics in standardization // Journal of Economic Perspectives. 1994. №8, pp. 93 – 115.
- [24] Bhargava, H. K., Choudhary, V. Research note: When is versioning optimal for information goods? // Management Science. 2008. № 54, pp. 1029 – 1035.
- [25] Bhargava, H. K., Sundaresan. S. 30 seconds or free! contingency pricing for information goods and services under industry-wide performance standard // Working Paper. Pennsylvania State University. 2003. (URL: http://pdf.aminer.org/000/243/582/managing_quality_uncertainty_through_contingency_pricing.pdf, дата обращения: 15.11.2014)
- [26] Bulow, J. I. Durable Goods Monopolists // Journal of Political Economy. 1982. №90, pp. 314 – 332.
- [27] Business Software Alliance. 2013. Global software piracy report. (URL: <http://bsa.org/globalstudy/>, дата обращения: 15.11.2014)
- [28] Buxmann, P. Network Effects on Standard Software Markets: A Simulation Model to Examine Pricing Strategies. Proceedings of the 2nd IEEE Conference on Standardization and Innovation in Information Technology Boulder, Colorado. 2001. (URL: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=968572&sortType%3Dasc_p_Sequence%26filter%3DAND%28p_IS_Number%3A20893%29, дата обращения: 15.11.2014)

- [29] Cesare S., Xiang Y. Software Similarity Classification // Working Paper. Deakin University Australia. 2012.
(URL: <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30063491/cesare-software-similarity-2013A.pdf>, дата обращения: 15.11.2014)
- [30] Chellappa, R. K., S. Shivendu. Managing piracy: pricing and sampling strategies for digital experience goods in vertically segmented markets // Information Systems Research. 2005. №16, pp. 400 – 417.
- [31] Chen, Y., Png, P. L. Software pricing and copyright enforcement: private profit vis-a-vis social welfare. Working Paper. 20th International Conference on Information Systems (ICIS). 1999.
(URL: <http://aisel.aisnet.org/icis1999/11/>, дата обращения: 15.11.2014)
- [32] Cheng, H. K., Q. Tang. Free trial or no free trial: optimal software product design with network effects. Working Paper, Social Science Research Network. 2007. (URL: <http://ssrn.com/abstract=1082120>, дата обращения: 15.11.2014)
- [33] Cheng, H. K., R., R. Sims, H. Teegen. To purchase or to pirate software: an empirical study. Journal of Management Information Systems, 1997. №13, pp. 49 – 60.
- [34] Chou, C., Shy, O. Network Effects Without Network Externalities // International Journal of Industrial Organization. №8(2). 1990. pp. 259 – 270.
- [35] Church, J., N. Gandal, D. Krause. 2003. Indirect network effects and adoption externalities. Working Paper, Social Science Research Network. (URL: <http://ssrn.com/abstract=383802>, дата обращения: 15.11.2014)
- [36] Conner, K. Obtaining strategic advantage from being imitated: when can encouraging 'clones' pay // Management Science. 1995. №41, pp. 209 – 225.
- [37] Conner, K., R.P. Rumelt. Software piracy: An analysis of protection strategies // Management Science. 1991. №37, pp. 125 – 139.
- [38] D'aveni, R.A. Hyper Competition. Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering, NY: The Free Press. 1994.

- [39] D'aveni, R.A. Coping with hypercompetition: Utilizing the new 7S's framework // Academy of Management Executive. 1995. №9, pp. 45 – 57.
- [40] David, P. A. Clio and the Economics of QWERTY // American Economic Review. 1985. №75, pp. 332 – 337.
- [41] De Bijl, P. W. J., Goyal, S. Technological Change in Markets with Network Externalities, International Journal of Industrial Organization. 1995. №13, pp. 307 – 325.
- [42] Dixit, A. K., R.S. Pindyck. Investment Under Uncertainty. Princeton University Press, Princeton, NJ: 1994.
- [43] Dybvig, P. H., Spatt, C. S. Adoption Externalities as Public Goods // Journal of Public Economics. 1983. №20, pp. 231 – 247.
- [44] Economides, N. Desirability of Compatibility in the Absence of Network Externalities // American Economic Review. 1989. № 79, pp. 1165 – 1181.
- [45] Economides, N. 1994. The Incentive for Vertical Integration, Working Paper, Stern School of Business, N.Y.U.
(URL: http://www.stern.nyu.edu/networks/The_Incentive_for_Vertical_Integration.pdf, дата обращения: 15.11.2014)
- [46] Economides, N. Network externalities, complementarities, and invitations to enter. European Journal of Political Economy. 1996. №12, pp. 211 – 233.
- [47] Economides, N., Flyer, F., 1995. Technical Standards Coalitions for Network Goods, Working Paper, Stern School of Business, N.Y.U.
(URL: <https://ideas.repec.org/p/ste/nystbu/95-12.html>, дата обращения: 15.11.2014)
- [48] Economides, N., Himmelberg, C. 1995. Critical Mass and Network Evolution in Telecommunications, Working Papers, Stern School of Business, N.Y.U. (URL: <http://www.stern.nyu.edu/networks/tprc.pdf>, дата обращения: 15.11.2014)

- [49] Economides, N., Salop, S. C. Competition and Integration among Complements and Network Market Structure // *Journal of Industrial Economics*. 1992. №40, pp. 105 – 123.
- [50] Ellison, G., D. Fudenberg. Word-of-mouth communication and social learning // *The Quarterly Journal of Economics*. 1995. №110, pp. 93 – 125.
- [51] Farrell, J., G., Saloner. Standardization, Compatibility, and Innovation // *Rand Journal of Economics*. 1985. №16, pp. 70 – 83.
- [52] Farrell, J., G. Saloner. Installed base and compatibility: innovation, product preannouncements and predation // *American Economic Review*. 1986. №76, pp. 940 – 955.
- [53] Farrell, J., G. Saloner. Standardization and Variety // *Economic Letters*. 1986. №20, pp. 71 – 74.
- [54] Gayer, A., Shy, O. Copyright Protection and Hardware Taxation // *Information Economics and Policy*. 2002. №15, pp. 467 – 483.
- [55] Gayer, A., Shy, O. Internet and Peer-to-Peer Distributions in Markets for Digital Products // *Economics Letters*. 2003. №81, pp. 197 – 203.
- [56] Gilbert, R. J. Symposium on Compatibility: Incentives and Market Structure // *Journal of Industrial Economics*, 1992. №40, pp. 1 – 8.
- [57] Godenberg, J., Liba, B. Muller, E. Talk of the network: a complex systems look at the underlying process of word-of-mouth // *Marketing Letters*. 2001. №12, pp. 211 – 223.
- [58] Gopal, R., Sanders, G. International software piracy: Analysis of key issues and impacts // *Information Systems Research*. 1998. №9, pp. 380 – 397.
- [59] Gopal, R., Sanders, G. Global software piracy: You can't get blood out of a turnip // *Communications of the ACM*. 2000. №43, 82 – 89.
- [60] Heiman, A., Muller. E. Using demonstration to increase new product acceptance: controlling demonstration time // *Journal of Market Research*. 1996. №33, pp. 422 – 430.

- [61] Heiman, A., B. McWilliams, Z. Shen, D. Zilberman. Learning and forgetting: modeling optimal product sampling over time // *Management Science*. 2001. №47: 532 – 546.
- [62] Hoch, D., Rodeing, J., Purkert, C., Lindner, S. K. *Secrets of software success: Management insights from 100 software firms around the world*. Boston M.A.: Harvard Business School Press. 1999.
- [63] IDC. Понимание рисков, связанных с использованием нелегального ПО домашними пользователями. White Paper. 2010.
(URL: http://download.microsoft.com/documents/rus/antipiracy/IDC_Corporate_piracy_risks_WP_December_2010.pdf, дата обращения: 15.11.2014)
- [64] Jain, D., Mahajan, V., Muller, E. An approach for determining optimal product sampling for diffusion of a new product // *Journal of Product Innovation Management*. 1995. №12, pp. 124 – 135.
- [65] Jing, B. Versioning information goods with network externalities. *International Conference on Information Systems*. 2000. (URL: <http://aisel.aisnet.org/icis2000/1/>, дата обращения: 15.11.2014)
- [66] Johnson, W. The economics of copying // *Journal of Political Economy*. 1985. №93, pp. 158 – 173.
- [67] Katz, M., Shapiro, C. Network externalities, competition and compatibility // *American Economic Review*. 1985. №75, pp. 424 – 440.
- [68] Katz, M., Shapiro, C. Technology Adoption in the Presence of Network Externalities // *Journal of Political Economy*. 1986., 94(8): 822 – 841.
- [69] Katz, M., Shapiro, C. Product Compatibility Choice in a Market with Technological Progress, *Oxford Economic Papers, Special Issue on the New Industrial Economics*. 1986. №38, pp. 147 – 65.
- [70] Katz, M., Shapiro, C. Product Introduction with Network Externalities // *Journal of Industrial Economics*, 1992. №40, pp. 55 – 84.
- [71] Katz, M., Shapiro, C. Systems competition and network effects // *The Journal of Economic Perspectives*. 1994. №8, pp. 93 – 115.

- [72] Kemper, A., Valuation of Network Effects in Software Markets (Contributions to Management Science). Physica Verlag Heidelberg. 2010.
- [73] Khouja, M., S. Park. Optimal pricing of digital experience goods under piracy // Journal of Management Information Systems. 2007. №24, pp. 109 – 141
- [74] King, P.S., Lampe, R., Price discrimination and profitable piracy", Information Economics and Policy. 2003, № 15, pp. 271 – 290
- [75] Knox, G., Eliashberg, J. The Consumer's Rent vs. Buy Decision: The Case of Home-Video. Working Paper. The Wharton School, University of Pennsylvania. 2007.
(URL: <http://knowledge.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2013/09/1305.pdf>, дата обращения: 15.11.2014)
- [76] Lahiri, A., D. Dey. Effects of Piracy on Quality of Information Goods // Management Science. 2013. № 59. pp 245 – 264.
- [77] Liebowitz, S. J., Margolis, S. E., Path Dependence, Lock-In, and History, Journal of Law // Economics and Organization. 1995. №11, pp. 205 – 226.
- [78] Logsdon, J.M., Thompson, J. K., Reid, R. A. Software piracy: is it related to level of moral judgment? // Journal of Business Ethics. 1994. №13, pp. 849 – 857.
- [79] MacKie-Mason, J. K., Varian, H. R. 1994. Pricing Congestible Network Resources // IEEE Journal On Selected Areas In Communications. 1995. №13, pp. 1141 – 1149.
- [80] Matutes, C., Regibeau, P. Mix and Match: Product Compatibility without Network Externalities // Rand Journal of Economics, 1988. №19, pp. 221 – 234.
- [81] Mondok M. Microsoft executive: Pirating software? Choose Microsoft! (URL: <http://arstechnica.com/information-technology/2007/03/microsoft-executive-pirating-software-choose-microsoft/>, дата обращения: 15.11.2014)

- [82] Novos, I.E., Waldman, M. The Effects of Increased Copyright Protection: An Analytic Approach // Journal of Political Economy. 1984. №92, pp. 236 – 246.
- [83] Oren, S. S., Smith, S. A. Critical Mass and Tariff Structure in Electronic Communications Markets // Bell Journal of Economics. 1981. №12, pp. 467 – 487.
- [84] Parker, G., Alstyne, V., Marshall W., Information Complements, Substitutes, and Strategic Product Design. 2000.
(URL: <http://ssrn.com/abstract=249585>, дата обращения: 15.11.2014)
- [85] Peitz, M., Waelbroeck, P. Piracy of Digital Products: A Critical Review of the Economics Literature. Working Paper, University of Mannheim and ECARES. 2003.
(URL: http://www.cesifo.de/pls/guestci/download/CESifo+Working+Papers+2003/CESifo+Working+Papers+November+2003/cesifo1_wp1071.pdf, дата обращения: 15.11.2014)
- [86] Poddar, S. Network Externality and Commercial Software Piracy, Working Paper. National University of Singapore. 2005.
(URL: <http://www.fas.nus.edu.sg/ecs/pub/wp/wp0516.pdf>, дата обращения: 15.11.2014)
- [87] Prasad, A., Mahajan, V. How many pirates should a software firm tolerate? – An analysis of piracy protection on the diffusion of software // International Journal of Research in Marketing. 2003. №20, pp. 337 – 353.
- [88] Regibeau, P., Rockett, K. The timing of product introduction and the credibility of compatibility decisions // International Journal of Industrial Organization. 1996. №14. pp. 801 – 823.
- [89] Rohlfs, J. A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service // Bell Journal of Economics. 1974. №5, pp. 16 – 37.
- [90] Shapiro, C., Varian, H. Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business Review Press. 1998.

- [91] Shy, O. Technology Revolutions in the Presence of Network Externalities // International Journal of Industrial Organization. 1996. №14, pp. 785 – 800.
- [92] Shy, O., Thisse, J. F. A strategic approach to software protection // Journal of Economics and Management Strategy. 1999. №8, pp. 163 – 190.
- [93] Slive, J., D. Bernhardt. 1998. Pirated for Profit // Canadian Journal of Economics. №31, pp. 886 – 899.
- [94] Swann, P., Shurmer, M. The emergence of standards in pc software: who would benefit from institutional intervention? // Information Economics and Policy. 1994. №6, pp. 295 – 318.
- [95] Takayama, N.L. The welfare implications of unauthorized reproduction of intellectual property in the presence of demand network externalities // Journal of Industrial Economics. 1994. №42, pp. 155 – 166.
- [96] Takeyama, L.N. The Intertemporal Consequences of Unauthorized Reproduction of Intellectual Property // Journal of Law and Economics 1997. №40, pp. 511 – 522.
- [97] Takeyama, L.N. Piracy, Asymmetric Information and Product Quality Revelation // Working Paper, Amherst College. 2002.
(URL: <http://fabrice.rochelandet.free.fr/piraterie/piracy2.pdf>,
дата обращения: 15.11.2014)
- [98] Thum, M. Network Externalities, Technological Progress, and the Competition of Market Contract // International Journal of Industrial Organization. 1994. №12, pp. 269 – 289.
- [99] TNS. Мнение российских пользователей о пиратском ПО. 2010.
(URL: http://download.microsoft.com/documents/rus/antipiracy/Anti-Piracy+Consumer+Research+Executive+Summary_Russia.pptx, дата
обращения: 15.11.2014)
- [100] Wu, S.-y., P.-y. Chen Versioning and piracy control for digital information goods // Operations Research. 2008. №56, pp. 157 – 172.

- [101] Yoon, K. The Optimal Level of Copyright Protection // Information Economics and Policy. 2002. №14, pp. 327 – 348.
- [102] Zwass. V. Foundations of Information Systems. 1997. Irwin/McGraw Hill.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Программная реализация алгоритма моделирования поведения потенциальных и существующих пользователей ПП

```
Sub Modell1()  
Const Ppi = 3.14159265358979  
  
krito = mu / rr + sigma ^ 2 / (mu - (mu ^ 2 + 2 * sigma ^  
2 * rr) ^ (0.5))  
kritp = sigma ^ 2 / (2 * sigma ^ 2 * rr) ^ (0.5)  
  
Randomize  
  
N(0) = 0  
For i = 1 To T  
    N(i) = (a + b * N(i - 1)) * (M - N(i - 1))  
Next i  
  
For j = 1 To T  
    For i = N(j - 1) + 1 To N(j)  
        ksi1 = Rnd  
        ksi2 = Rnd  
        Users(i, j) = Exp(alpha + beta * Sqr((-1) * 2 *  
Log(ksi1)) * Cos(2 * Ppi * ksi2))  
        Users(i, j) = Round(Users(i, j), 3)  
        If (Users(i, j) > 20) Then Users(i, j) = 20  
  
        Sheets("Value").Select  
        ExpectedValueOriginal(i) = Cells(CInt(Users(i, j) *  
100) + 1, 2)  
        ExpectedValuePirated(i) = Cells(CInt(Users(i, j) *  
100) + 1, 3)  
        For k = j + 1 To T + 2  
            ksi3 = Rnd  
            ksi4 = Rnd  
            Users(i, k) = Users(i, k - 1) + sigma * Sqr((-1)  
* 2 * Log(ksi3)) * Sin(2 * Ppi * ksi4)  
        Next k  
    Next i  
Next j  
ii = 1  
For c = 0 To 1000 Step 100
```

```

jj = 1
For Neffect = 0 To 1 Step 0.1

max_profit(ii, jj) = 0

For p = 0 To 2000 Step 100

For i = 0 To T
D(i) = 0
R(i) = 0
S(i) = 0
Next i

For i = 0 To T
  For j = 1 To M
    Users(j, i) = 0
    Choice(j, i) = 0
  Next j
Next i

For j = 1 To T
  R(j) = 0 'оригинальная версия ПП
  S(j) = 0 'пиратская версия ПП
  D(j) = 0 'спрос на ПП
  For i = 1 To N(j)
    If (Choice(i, j - 1) = 0) Then
      If (ExpectedValueOriginal(i) + (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect >= p) And (ExpectedValueOriginal(i) + (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect - p >= ExpectedValuePirated(i) + (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect - c) Then
        Choice(i, j) = 2
        R(j) = R(j) + 1
        D(j) = D(j) + 1
      End If
      If (ExpectedValuePirated(i) + (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect >= c) And (ExpectedValueOriginal(i) + (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect - p < ExpectedValuePirated(i) + (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect - c) Then
        Choice(i, j) = 1
        S(j) = S(j) + 1
        PirateTime(i) = j
      End If
    End If
  End If

  If (Choice(i, j - 1) = 1) Then

```

```

        If (Users(i, j) - mu * (j - PirateTime(j))) >=
kritp Then
            Choice(i, j) = 1
            S(j) = S(j) + 1
            ElseIf (ExpectedValueOriginal(i) + (R(j - 1) +
S(j - 1)) * Neffect >= p) And (ExpectedValueOriginal(i) +
(R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect - p >= ExpectedValuePirated(i)
+ (R(j - 1) + S(j - 1)) * Neffect - c) Then
                Choice(i, j) = 2
                R(j) = R(j) + 1
                D(j) = D(j) + 1
                Change = Change + 1
            Else
                Choice(i, j) = 0
            End If
        End If
    End If

    If (Choice(i, j - 1) = 2) Then
        If Users(i, j) >= krito Then
            Choice(i, j) = 2
            R(j) = R(j) + 1
        Else
            Choice(i, j) = -1
        End If
    End If

    If (Choice(i, j - 1) = -1) Then
        Choice(i, j) = -1
    End If

    Next i
Next j

demand = 0
profit = 0

For i = 1 To T
    profit = profit + p * D(i) / ((1 + rr) ^ (i))
    demand = demand + D(i)
Next i

If (profit > max_profit(ii, jj)) Then
max_profit(ii, jj) = profit
opt_demand(ii, jj) = demand
opt_p(ii, jj) = p

```

```
End If
```

```
Next p
```

```
jj = jj + 1
```

```
Next Neffect
```

```
ii = ii + 1
```

```
Next c
```

```
End Sub
```