

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATIONAL AND SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

УДК 001.891.57

**О. Н. Андрейчикова**, д-р техн. наук, вед. науч. сотр.

Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН),  
e-mail: alexandrol@mail.ru

**А. А. Вавилов**, магистр,

Национальный исследовательский университет "Московский физико-технический институт" (МФТИ),

**А. Н. Козырев**, д-р экон. наук, зав. лаб.,

Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН)

## Исследование поведения потребителей на рынке программного обеспечения\*

*Приведены результаты исследования поведения индивидуальных потребителей программного обеспечения с применением инструмента имитационного моделирования AnyLogic. Выявлены главные факторы, определяющие поведение пользователей, и ключевые точки принятия решений. Построена агентная модель, на которой проведена серия вычислительных экспериментов. Полученные результаты демонстрируют хорошее соответствие наблюдаемым данным и могут быть использованы для анализа возможных стратегий распространения программных продуктов.*

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, поведение потребителей, компьютерное пиратство, агентная модель, рынок программных продуктов

### Введение

Рынок программного обеспечения (ПО) быстро растет во всем мире. По данным отчетов BSA (*Business Software Alliance*) и IDC (*International Data Corporation*) с 2008 по 2012 гг. ежегодный прирост рынка информационных услуг в России превышал 25 % и был самым высоким в Европе [1–4]. Уровень пиратства в данной сфере постепенно снижается, но остается весьма высоким. Оценки уровня пиратства в сфере ПО, приведенные в отчете BSA за 2011 г. [3], показаны на рис. 1. По данным отчета BSA за 2013 г. [5] уровень пиратства в сфере ПО вырос на 1 % и достиг 43 %, в то время как для России он снизился с 63 до 62 %.

Причины компьютерного пиратства весьма разнообразны. Помимо высоких цен на лицензионные программы к ним можно отнести широкое распространение Интернета и локальных сетей, сложность и низкую эффективность правоприменительной

\*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ проект № 14-18-01999 "Измерения и прогнозы в цифровой экономике".

практики даже при строгом законодательстве в данной области, психологические аспекты потребления интеллектуальных продуктов. Основным инструментом, который применяется для выявления причин пиратства, являются социологические опросы. На рис. 2 (см. третью сторону обложки) приведена диаграмма, демонстрирующая результаты опроса,

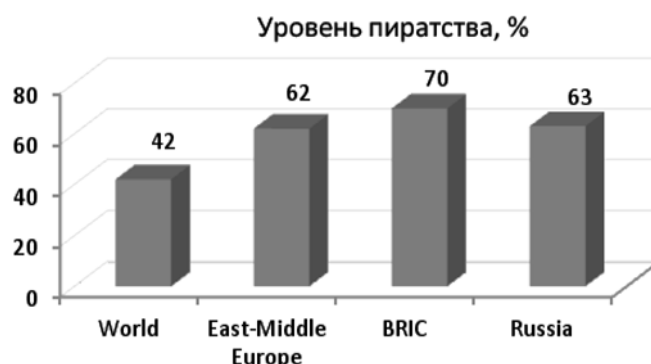


Рис. 1. Оценки уровня пиратства в сфере ПО (по данным отчета BSA 2011)

проведенного BSA в 2011 г., которая однозначно свидетельствует о более высокой склонности к пиратству российских потребителей ПО по сравнению со средним уровнем по всему миру. При этом основные отличия наблюдаются для категорий потребителей, допускающих периодическое использование нелегальных программных продуктов. Доля убежденных пиратов в России и в мире примерно совпадает, а вот доля принципиальных противников компьютерного пиратства в России почти в полтора раза ниже, чем в среднем по миру. Для выявления причин таких различий в данной работе мы пытались смоделировать поведение пользователей ПО при поиске и приобретении необходимых программных продуктов.

По данным аналитиков, основным источником контрафактного ПО в настоящее время является сеть Интернет. При этом примерно 76 % всех сайтов и файлообменных сетей, с которых скачивается ПО, пытаются установить на пользовательский компьютер вредоносные программы [3, 6]. Вероятно, принимая решения об установке пиратских программ, потребители сознательно принимают высокий риск заражения своих компьютеров. Очевидно, что этот риск является платой за те выгоды, которые получает потребитель нелегального ПО. В табл. 1 систематизированы выгоды и издержки приобретателей нелегального ПО.

Заметим, что издержек и рисков здесь больше, чем выгод, следовательно, приоритеты выгод для пиратов существенно выше, чем приоритеты возможных негативных последствий. Получается, что возможность быстро найти и приобрести бесплат-

ную (или почти бесплатную) пиратскую программу перевешивает страх нарушения закона и заражения вирусами, а также заставляет пользователя мириться с низким качеством продукта и прочими неудобствами. Данные опросов российских пользователей подтверждают эти предположения, в частности, только 23 % респондентов отвергают пиратские программы по убеждениям, и всего 19 % отказываются от пиратства ввиду риска быть пойманными [4].

Исследование поведения потребителей ПО позволяет выявить механизмы принятия решений и предложить эффективные меры для снижения уровня пиратства в России. Этот уровень является своеобразным индикатором социально-экономических проблем государства. Высокие значения этого индикатора свидетельствуют о бедности населения и о высоком спросе на ПО. Следует заметить, что мы рассматриваем ПО, которое не относится к сфере развлечений, поэтому высокий спрос на него говорит о стремлении общества к знаниям, что весьма достойно поощрения. Эффективные способы борьбы с пиратством должны обеспечивать определенный баланс между интересами разработчиков ПО (правообладателей) и доступностью программных средств для всех членов общества. В нашей работе [7] по исследованию эффективности различных способов борьбы с пиратством в сети Интернет показано, что ужесточение наказаний — далеко не лучший способ, поскольку имеет низкую селективность, приводит к появлению новых форм пиратства и ограничивает доступ к знаниям для значительной части общества.

## 1. Структура агентной модели

Исследование поведения потребителей программного обеспечения проводилось путем построения имитационной модели и последующих экспериментов с ней. В качестве основного инструмента моделирования использовался пакет имитационного моделирования AnyLogic 6 Professional. Агентная модель позволяет получить представление о свойствах системы на основе поведения ее составных частей — агентов, которые действуют в соответствии с заранее заданным набором правил [8]. Агентами являются потенциальные пользователи ПО, нуждающиеся в определенных программных продуктах, которые они пытаются найти на твердых носителях или в сети Интернет. В качестве пользователей рассматриваются физические лица, использующие компьютер для личных целей в домашних условиях. Корпоративные пользователи исключены из рассмотрения, в их среде в настоящее время уровень пиратства ниже, что объясняется более высокими рисками. В результате поиска агенты принимают решения о приобретении легального или пиратского программного продукта или остаются ни с чем. При этом существуют четыре

Таблица 1

**Выгоды и издержки пользователей нелегальных программных продуктов**

Критерии	Выгоды	Издержки и риски
Стоимость		
Качество продукта		
Доступность (затраты времени на поиск и приобретение)		
Разнообразие		
Возможности поддержки и обновления		
Законность приобретения		
Риск заражения вирусами		
Риск утечки персональных данных и мошенничества		
Нежелательная реклама		



Рис. 3. Структурная схема модели

возможных источника получения выбранной программы:

- лицензионный контент в Интернете (Интернет легальный);
- нелегальный контент в Интернете (Интернет пиратский);
- лицензионный диск с программой, купленный в магазине (твердый легальный);
- нелегальная копия диска (твердый пиратский).

Эксперименты с моделью позволяют выяснить, как изменяется число пиратов, легальных и неудовлетворенных пользователей при изменении ее параметров. В данном случае эксперимент — это последовательность действий, выполняемых программой при заданных начальных условиях. Завершение эксперимента происходит, когда все пользователи, число которых заранее определено, приняли решения о приобретении выбранного ПО. Структурная схема модели представлена на рис. 3.

Построенная модель, как и любая другая, не описывает все аспекты поиска и приобретения ПО, в частности, за рамками исследования остались механизмы функционирования поисковых систем, особенности дистрибуции и маркетинга программных средств, специфика Интернет-ресурсов и собственно контента и т. д. Тем не менее, набор параметров модели оказался достаточным для моделирования основных тенденций потребительского поведения на рынке программных средств.

**Параметры контента.** В данном исследовании многообразие контента было представлено шестью классами программных продуктов массового назначения: 1) операционные системы (версии Windows); 2) пакеты программ для офиса; 3) мультимедийные средства (проигрыватели); 4) файловые менеджеры; 5) антивирусы; 6) программы для работы с дисками. При проведении экспериментов каждый класс содержал по четыре конкретных программы.

Каждый экземпляр контента характеризуется ценой, полезностью, параметром качества пиратской копии, принадлежностью к определенному классу, текущей популярностью. Полезность оценивается в баллах по шкале от 0 до 10 и характеризует функциональные возможности, универсальность, гибкость и другие потребительские качества про-

граммного продукта. Качество пиратской копии — экспертная оценка на интервале (0, 1), соответствующая конкретному экземпляру программы. Текущая популярность — динамический параметр, который в ходе эксперимента увеличивается на единицу при каждом скачивании или покупке программного продукта.

Для каждого класса контента пользователи имеют бюджетные ограничения — *ClassBudgetLimit* (усредненная сумма, которую пользователи готовы потратить на приобретение программы из конкретного класса). Значения бюджетных ограничений, приведенные в табл. 2, определялись на основе данных опросов пользователей. Там же приведены усредненные цены и средние оценки качества пиратских копий программных продуктов для каждого класса.

**Представление агентов.** В экспериментах с моделью генерируются последовательности агентов, для каждого из которых определяются следующие параметры:

*ClassNumber* — класс контента, необходимый пользователю — равновероятный выбор из множества классов;

*ContentNumber* — выбранный пользователем программный продукт (либо равновероятный из экземпляров класса, либо выбор с вероятностью, пропорциональной текущей популярности);

*Necessity* — необходимость выбранного контента для пользователя, —  $\sim N(0,8; 0,2^2)$  — нормальное распределение с математическим ожиданием 0,8 и стандартным отклонением 0,2;

*BudgetLimit* — верхняя граница бюджетного ограничения  $\sim N(ClassBudgetLimit, ClassBudgetLimit/3)$  — нормальное распределение с математическим ожиданием, равным среднему бюджетному ограничению для класса контента и стандартным отклоне-

Таблица 2

Усредненные параметры классов программных продуктов

Наименование класса	Среднее бюджетное ограничение, <i>Class Budget Limit</i> , руб.	Усредненная цена программных продуктов класса, руб.	Качество пиратских копий (экспертная оценка по шкале 0—1)
Операционные системы (версии Windows)	3000	5400	0,7
Пакеты программ для офиса	2000	7200	0,65
Мультимедийные средства	700	1300	0,7
Файловые менеджеры	400	1000	0,7
Антивирусы	1000	1400	0,3
Программы для работы с дисками	400	1700	0,6

нием, равным одной трети бюджетного ограничения для класса;

*Quality\_required* — требуемое качество контента;  
 $\sim N(0,6; 0,2^2)$ ;

*AttemptMax* — максимальное число попыток поиска контента — равномерное распределение от 2 до 5;

*ContactRate* — число друзей пользователя, которым он может сообщить о случаях наказания за пиратство — равномерное распределение от 3 до 10;

*AdaptionFraction* — вероятность, с которой информация о возможном наказании может повлиять на решение пользователя,  $\sim N(0,8; 0,2^2)$ ;

*MultipleBL* — мультипликатор бюджетного ограничения, равномерное распределение от 1 до 2 с шагом 0,1.

**Конфигурация модели.** Было исследовано несколько вариантов агентной модели:

1) базовый вариант основан на предположении, что пользователи действуют независимо друг от друга;

2) вариант, где пользователям доступна информация о числе приобретенных экземпляров каждой программы, которое интерпретируется как текущая популярность;

3) вариант, когда пользователи обмениваются информацией о наказаниях за пиратство.

В модели приняты следующие предположения:

- Поведение пользователей описывается диаграммой состояний, переходы между которыми происходят согласно заданным условиям и никак иначе. Диаграмма состояний приведена рис. 4.
- Параметры модели остаются постоянными в течение одного эксперимента.
- Каждый пользователь в итоге оказывается либо легальным (*L*), либо пиратом (*P*), либо неудовлетворенным (*X*). Неудовлетворенным считается пользователь, не скачавший необходимый контент, либо скачавший пробную версию программы.

Для каждого эксперимента задаются следующие начальные условия:

*PIS (ProbIntSoft)* — доля контента в Интернете (остальное — твердый контент);

*PIL (ProbIllegal)* — доля нелегального контента в Интернете;

*PUI (ProbUsingIllegal)* — вероятность использования нелегального контента (зависит от параметра качества пиратской копии); вероятность использования легального контента принимается равной единице;

*PSAI (ProbSearchAgainIllegal)* — вероятность повторного поиска после использования нелегального контента в течение некоторого времени;

*PSAL (ProbSearchAgainLegal)* — вероятность повторного поиска после использования легального контента в течение некоторого времени;

*ProbPUsers* — доля пользователей, выбирающих контент согласно текущей популярности;

*ProbPiratDisks* — доступность контента на пиратских дисках;

*PiratesPunishRate* — доля наказанных пиратов.

Для переходов на диаграмме состояний (рис. 4) используются значения следующих вероятностей:

$I_q$  — вероятность того, что качество пиратской копии удовлетворяет требованию пользователя;

$I_c$  — вероятность того, что бюджетное ограничение позволяет пользователю купить легальный контент;

$$I_{cq} = I_c I_q$$

**Правила поведения агентов.** Рассмотрим основные действия агентов в модели. Сначала агент (пользователь) выбирает класс контента, затем среди программ выбранного класса он выбирает конкретный программный продукт (по умолчанию равновероятно). Для учета текущей популярности продукта используется параметр *ProbPUsers*. Если *ProbPUsers* > 0, то выбор продукта осуществляется с вероятностью, пропорциональной ее текущей популярности. Популярность программы увеличивается на единицу, как только она скачана или куплена через любой источник. Например, для двух программ из одного класса с популярностями 10 и 30, вероятности выбора равны соответственно 0,25 и 0,75.

После выбора программы для агента устанавливаются значения параметров *BudgetLimit*, *Necessity*, *Quality\_required*, *AttemptMax*, *ContactRate*, *AdoptionFraction* и *MultipleBL*. Реальным бюджетным ограничением для агента является произведение параметров *BudgetLimit* и *Necessity*. Это значение может увеличиться путем умножения на *MultipleBL* в случае, если пользователь получил информацию о наказаниях за пиратство и хочет избежать нарушения закона.

Пользователь с вероятностью *PIS* выбирает Интернет в качестве источника получения контента, или с вероятностью  $(1 - PIS)$  будет искать твердый диск с нужной программой. В последнем случае с вероятностью *ProbPiratesDisks* он найдет контрафактный экземпляр со стоимостью *PirateDiskCost*. Тогда выполняется проверка, удовлетворяет ли его этот экземпляр по качеству и стоимости, и если — да, то он покупает пиратскую копию и считается пи-

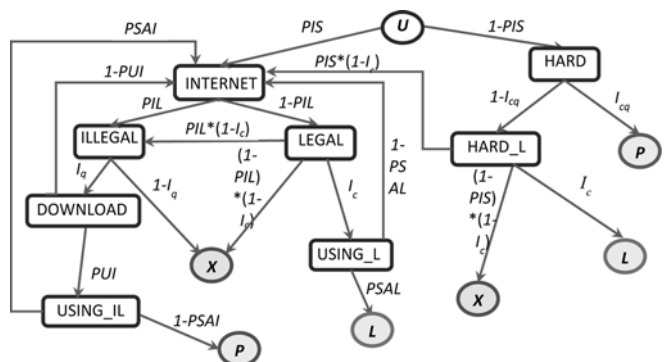


Рис. 4. Диаграмма состояний агентной модели

ратом ( $P$ ). В противном случае проверяется возможность покупки лицензионного диска, стоимость которого сравнивается с бюджетным ограничением. Если бюджет позволяет, он становится легальным пользователем ( $L$ ), если — нет, то с вероятностью  $PIS$  агент будет искать нужную программу в Интернете или с вероятностью  $(1 - PIS)$  прекратит поиск и окажется неудовлетворенным пользователем ( $X$ ).

Если агент ведет поиск нужной программы в Интернете, то с вероятностью  $PIL$  он найдет пиратскую копию программы или с вероятностью  $(1 - PIL)$  — легальный экземпляр. В последнем случае, если агенту хватает его бюджетного ограничения, он покупает легальную версию программы и либо прекращает поиск, становясь легальным пользователем с вероятностью  $PSAL$ , или с вероятностью  $(1 - PSAL)$  может продолжить поиск в Интернете (в случае, если его не устроила либо сама программа, либо дополнительные расходы, техподдержка и т. д.). Если бюджетное ограничение не позволяет агенту приобрести легальную версию программы, то с вероятностью  $PIL$  он перейдет на сайт с нелегальным контентом или с вероятностью  $(1 - PIL)$  перейдет в состояние  $X$ , т. е. станет неудовлетворенным пользователем. Заметим, что состояние  $X$  означает прекращение поиска только после того, как агент осуществил назначенное ему число попыток поиска  $AttemptMax$ .

На сайте с нелегальным контентом пользователь скачает пиратскую версию нужной ему программы и, если она удовлетворяет его требованиям к качеству, начнет ею пользоваться, т. е. станет пиратом  $P$ , если нет — перейдет в состояние  $X$ . Пользователь будет использовать скачанный пиратский дистрибутив с вероятностью  $PUI$  или с вероятностью  $(1 - PUI)$  продолжит поиск нужной программы на других сайтах. Кроме того, пользователь может возобновить поиск после пробного использования пиратской программы с вероятностью  $PSAI$ . Если программа его устраивает, он прекращает поиск и становится пиратом  $P$  с вероятностью  $(1 - PSAI)$ .

Вариант модели с обменом информацией о наказаниях за пиратство предусматривает ненулевое значение параметра  $PiratesPunishRate > 0$  (доля наказанных пиратов), при этом агенты передают эту информацию своим друзьям (их число —  $ContactRate$ ). Если агент получил сообщение о наказании от своих друзей и с вероятностью  $AdaptionFraction$  поверил этой информации, то он не будет скачивать пиратскую версию ни при каких условиях, а будет пытаться приобрести лицензионную программу, если она ему очень нужна (параметр  $Necessity \geq 0,7$ ), увеличив свое бюджетное ограничение в  $MultipleBL$  раз. В противном случае агент перейдет в состояние  $X$ .

**Ключевые статистики.** В каждом эксперименте для заданного числа агентов (по умолчанию задается 1000 агентов в эксперименте) вычисляются следующие показатели — ключевые статистики:

- 1)  $Pirates$  — число пользователей-пиратов;
- 2)  $LegalUsers$  — число легальных пользователей (из них  $HardMedia$  — число пользователей, купивших лицензионные твердые диски);
- 3)  $Dissatisfied$  — число неудовлетворенных пользователей (которые не стали ни пиратами, ни легальными пользователями, а либо скачали бесплатную пробную версию продукта, либо не приобрели ничего вообще);
- 4)  $TotalCost$  — общая выручка от продажи контента;
- 5)  $LostProfit$  — упущенная выгода правообладателей (вычисляется на основе предположения, что если необходимость продукта  $Necessity > 0,6$ , то пользователь бы купил программу);
- 6)  $TotalBenefit$  — полезность контента для общества (сумма выгод от всех скачанных и купленных программных продуктов);
- 7)  $TotalBenefitNeeded$  — желаемая полезность для общества (сумма выгод от всех программных продуктов, которые необходимы пользователям);
- 8)  $LegalSite$  — число посещений легальных сайтов;
- 9)  $IllegalSite$  — число посещений нелегальных сайтов;
- 10)  $Punished$  — число пользователей, наказанных за пиратство;
- 11)  $BlockedPirates$  — число пользователей, которые отказались от пиратства, узнав о наказаниях пиратов от своих друзей;

12)  $PartBenefit = \frac{TotalBenefit}{TotalBenefitNeeded}$  — уровень удовлетворенности пользователей;

13)  $PartProfit = \frac{TotalCost}{TotalCost + LostProfit}$  — уровень удовлетворенности авторов и правообладателей.

Для того чтобы свести к минимуму случайные отклонения в результатах для каждого фиксированного набора параметров проводилось пять экспериментов. В качестве результатов берутся средние значения статистик.

Значения параметров модели, задаваемые по умолчанию, соответствуют, на наш взгляд, реальным ситуациям выбора пользователями ПО:

- $PIS = 0,8$ ;
- $PIL = 0,7$ ;
- $PUI = 0,5$ ;
- $PSAI = 0,5$ ;
- $PSAL = 0,2$ ;
- $ProbPUsers = 0$ ;
- $ProbPirateDisks = 0,5$ ;
- $PiratesPunishRate = 0$ ;
- $CostPirateDisk (CPD) \sim N(400, 200^2)$ .

## 2. Эксперименты на модели

Агентная модель предназначена для экспериментального исследования влияния параметров модели на ключевые статистики. Результаты экс-

периментов могут служить основой для разработки вариантов возможных решений проблемы пиратства в сфере ПО.

**Влияние источников доступа к контенту.** Очевидно, что возможности доступа к программным продуктам оказывают существенное влияние на поведение потребителей при поиске необходимого ПО и принятии решений о способе его приобретения. Первую группу экспериментов проводили для исследования влияния источников доступа к ПО на вычисляемые результаты путем изменения параметров *PIS* (доля контента в Интернете) и *PIL* (доля нелегального контента в Интернете). Доля твердых пиратских дисков оставалась неизменной. Цены программных продуктов и бюджетные ограничения пользователей были фиксированы. Варьирование обоих параметров выполняли в пределах от 0 до 1 с шагом 0,1. На рис. 5 (см. третью сторону обложки) приведены зависимости числа пиратов (**Pirates**), законопослушных (**LegalUsers**) и неудовлетворенных (**Dissatisfied**) пользователей от доли нелегального контента в Интернете (*PIL*) при изменении доли контента в Интернете (*PIS*).

Естественно, что число пиратов увеличивается с возрастанием доли нелегального контента в Интернете, при этом на рис. 5 легко заметить особое значение  $PIL = 40\%$ . Если  $PIL > 40\%$ , то число пиратов увеличивается тем быстрее, чем больше доля контента в Интернете (*PIS*). При  $PIL < 40\%$  скорость появления пиратов обратно пропорциональна *PIS*. Уровень удовлетворенности пользователей (**PartBenefit**) растет с увеличением доли нелегального контента в Интернете, при этом можно заметить, что увеличение *PIS* при низких значениях *PIL* снижают уровень удовлетворенности. Однако при высоких значениях *PIL* увеличение *PIS* заметно влияет на уровень удовлетворенности в области значений, не превышающих 0,5, а при дальнейшем увеличении быстро насыщается.

Для легальных пользователей — похожая картина: их доля уменьшается с увеличением *PIL*, причем, чем больше контента в Интернете, тем быстрее. Аналогично уменьшается доля авторов (**PartProfit**), но эффект выражен ярче.

Число неудовлетворенных пользователей уменьшается с увеличением *PIL*, при этом доля контента в Интернете мало влияет на значения этого показателя.

В случае если при выборе контента пользователи ориентируются на текущие популярности продуктов (и выбирают их с вероятностями, пропорциональными текущим популярностям,  $ProbPUsers = 1$ ), общий уровень пиратства при стандартных значениях параметров растет, и, как следствие, все эффекты от изменения параметров становятся более выраженными. То есть доля пиратов быстрее увеличивается, нежели при случайном выборе контента. Это можно объяснить эффектом положительной обратной

связи, т. е. если при начальных условиях пользователи скачивают наиболее доступные пиратские продукты, то следующие пользователи с большей вероятностью выбирают тот контент, который проще скачать (его популярность выше). В итоге доля пиратов еще больше увеличивается, в основном, за счет уменьшения доли неудовлетворенных пользователей.

**Цена и качество программных продуктов.** Следующую группу экспериментов проводили в целях исследования влияния цены лицензионного ПО и качества нелегальных копий на уровень пиратства. Цены на программные продукты меняли путем установления скидок от 10 до 100 % с шагом 10 % от цены, которая используется по умолчанию.

Уменьшение цен на лицензионное ПО приводит к возрастанию значения  $I_c$ , что, в свою очередь, должно сократить число пиратов и увеличить число легальных пользователей. Это вполне логично и интуитивно понятно.

Качество пиратских копий представлено показателем, значения которого заданы экспертными оценками на интервале (0, 2), исходя из предположения, что чем сложнее подделать программный продукт, тем ниже уровень качества пиратской копии. При проведении экспериментов этот показатель изменялся с шагом 0,2.

На рис. 6 (см. четвертую сторону обложки) показано влияние цены легальной копии и качества подделок на число пиратов, легальных и неудовлетворенных пользователей, а также на уровень удовлетворенности потребителей ПО и правообладателей.

Приведенные графики получены при фиксированных значениях  $PIS = 0,8$  и  $PIL = 0,7$ . На графиках можно видеть, что увеличение цены на легальное ПО ведет к увеличению числа пиратов и неудовлетворенных пользователей, и это увеличение тем больше, чем выше качество пиратских копий. Заметим, что даже при нулевой цене легального программного продукта число пиратов не равно нулю, поскольку в этой серии экспериментов 70 % предложения — ПО с пиратских сайтов, выбор которых осуществляется независимо от цены. Если уменьшать долю предложения нелегального контента в Интернете (*PIL*), темп снижения числа пиратов увеличится. Снижение цены приводит к почти пропорциональному увеличению числа легальных и уменьшению числа неудовлетворенных пользователей. При этом качество подделок почти не влияет на число легальных пользователей, но существенно влияет на число неудовлетворенных.

Можно заметить, что при высоком качестве пиратских копий уровень удовлетворенности пользователей — весьма высокий и практически не зависит от цены на программный продукт. При этом уровень доходов авторов и правообладателей стремительно падает с увеличением качества подделок. Снижение цен на легальное ПО также ведет к росту доходов правообладателей, например, при сниже-

нии цен в 2 раза доля доходов растет в 4 раза (сумма доходов в деньгах увеличивается в 2 раза), однако, снижение цен в 4 раза и более становится экономически невыгодным.

Для случая, когда поиск ПО выполняется только в Интернете, причем в условиях отсутствия нелегальных копий ( $PIS = 1, PIL = 0$ ), наиболее выгодным вариантом для обеих сторон (авторов и пользователей) является снижение цены в 4 раза, при этом доля доходов авторов увеличивается в 4,5 раза (в денежном выражении сумма доходов возрастает примерно на 25 %), а доля неудовлетворенных пользователей уменьшается в 8 раз — с 80 до 10 %. Мы также проводили эксперименты для случая, когда в Интернете присутствует только пиратский контент ( $PIS = 1, PIL = 1$ ), чтобы исследовать влияние изменения качества пиратской копии в чистом виде. Результаты этих экспериментов свидетельствуют о том, что улучшение качества подделок приводит сначала к резкому росту пиратства, но после достижения определенного уровня (больше 1,2 на шкале от 0 до 2) почти перестает влиять на число пиратов.

**Влияние бюджетных ограничений.** Третью серию экспериментов проводили в целях исследования влияния бюджетных ограничений пользователей на уровень пиратства. Бюджетным ограничением мы называем верхнюю границу денежной суммы, которую пользователь готов потратить на приобретение ПО. Можно предположить, что если бы по-

требители не были ограничены в средствах, то пиратов не было бы вообще. В реальности это не так, пиратами становятся не только бедные, поскольку нелегальный контент не только дешевле, но и, как правило, более доступен. Тем не менее, влияние бюджетного ограничения должно быть заметным. Практически все опросы на эту тему демонстрируют важность этого параметра. В данной серии экспериментов все параметры модели, в том числе цены, фиксировались. Бюджетные ограничения варьировали с помощью мультипликатора, значения которого изменяли от 0 до 3 с интервалом 0,3. Для проверки наблюдаемых тенденций была проведена серия экспериментов, в которой значения мультипликатора изменяли от 0 до 10 с шагом 1. Эксперименты проводили при стандартных условиях доступа к контенту ( $PIS = 0,8, PIL = 0,7$ ) и в условиях "чистого Интернета", т. е. когда источником доступа является только Интернет, и там нет нелегального контента ( $PIS = 1, PIL = 0$ ).

Результаты экспериментов приведены на рис. 7. В стандартных условиях ( $PIS = 0,8, PIL = 0,7$ ) увеличение бюджетного ограничения приводит к уменьшению числа пиратов и неудовлетворенных пользователей. Число легальных пользователей и показатели удовлетворенности растут. При увеличении бюджетного ограничения в 3 раза число легальных пользователей и, как следствие, доходы авторов увеличатся в 6 раз, а число пиратов уменьшается

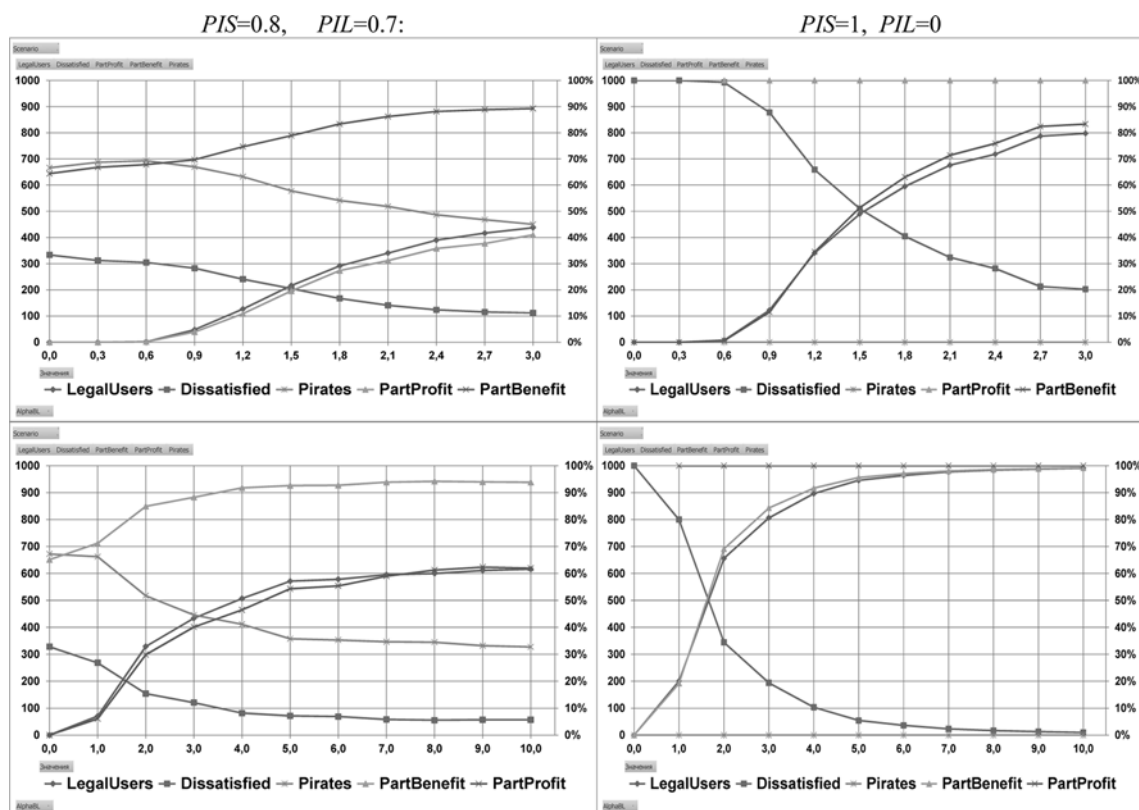


Рис. 7. Влияние бюджетного ограничения на ключевые статистики

в 1,5 раза. При увеличении бюджетного ограничения в 5 и более раз положительные тенденции затухают: число пиратов практически не меняется, а доходы авторов увеличиваются очень слабо (с 55 до 60 %). Даже при 10-кратном увеличении бюджетного ограничения число пиратов превышает 30 %. Это связано с высокой долей нелегального контента в Интернете. При уменьшении этого параметра уровень пиратства снижается более заметно.

В ситуации "чистого Интернета", когда на рынке присутствует только легальный контент, бюджетное ограничение практически определяет уровни удовлетворенности правообладателей и пользователей. Увеличение бюджетного ограничения в 3 раза приводит к 7-кратному росту числа легальных пользователей (и, соответственно, доходов авторов) и уменьшает число неудовлетворенных пользователей в 4 раза. Но после 4-кратного увеличения бюджетного ограничения положительные тенденции затухают.

**Обмен информацией о наказании пиратов.** В последние годы законодательство в сфере охраны авторских прав в России и в ряде других стран изменяется в направлении ужесточения наказаний нарушителей закона. Уровень пиратства постепенно снижается, и этот факт часто объясняется эффектом запретительных мер. В данной серии экспериментов мы хотели получить ответ на вопрос: как наказания пользователей будут влиять на уровень пиратства? Изменяемым параметром в данном случае была доля пользователей, наказанных за

пиратство (*PiratesPunishRate*), которую варьировали в диапазоне от 0 до 1 с шагом 0,1. Остальные параметры модели в данной серии экспериментов были фиксированы. Результаты экспериментов показаны на рис. 8, где можно заметить, что с увеличением числа наказаний число пиратов снижается, но не становится равным нулю даже тогда, когда все пираты наказаны при значении *PiratesPunishRate* (*PPR*) = 1.

То, что существует ответственность за нарушение закона, известно всем, а вот информация о применении закона менее доступна и более действенна, особенно, если она получена из близкого окружения. Вероятность отказа от пиратских продуктов *B* вычисляли по формуле:

$$B = \frac{PPR \cdot P}{\frac{1}{CR \cdot AF} + PPR}, \quad (1)$$

где *P* — вероятность, с которой пользователь может стать пиратом; *PPR* — *PiratesPunishRate*, *CR* — *ContactRate* — число друзей пользователя, которым он передает информацию о конкретном наказании за пиратство; *AF* — вероятность, с которой пользователь поверит полученной информации. Получается, что вероятность отказа от пиратства пропорциональна доле наказанных пиратов и увеличивается с возрастанием *CR* (число контактов пользователя).

Кроме экспериментов, проведенных в стандартных условиях (значения по умолчанию для всех параметров), мы исследовали модель с выбором про-

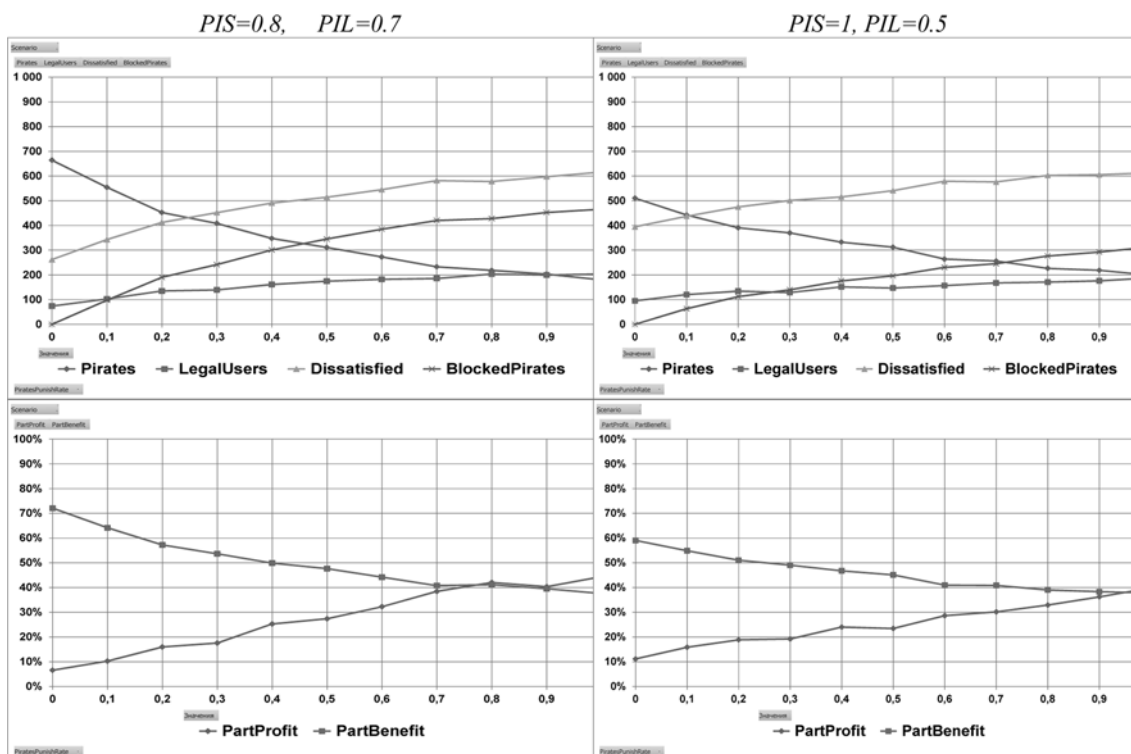


Рис. 8. Изменение ключевых статистик в зависимости от доли наказаний за пиратство



граммных продуктов в соответствии с их текущей популярностью (которая устанавливается после первого эксперимента).

В стандартных условиях ( $PIS = 0,8$ ,  $PIL = 0,7$ ) пользователи, не ставшие пиратами, разделяются на легальных и неудовлетворенных в соотношении примерно 1:3. Следует заметить, что при возрастании доли наказаний от 0 до 1 число легальных пользователей увеличивается незначительно, число неудовлетворенных потребителей возрастает в 2 раза, зато доходы правообладателей становятся существенно больше. Общая удовлетворенность потребителей падает почти в 2 раза, что вполне объяснимо.

Приведенные на рис. 8 графики свидетельствуют о противоположных интересах пользователей и правообладателей ПО. Монотонность зависимостей говорит об отсутствии оптимального значения доли наказаний: с позиций правообладателей наказывать нужно всех, а с позиций потребителей — никого. Однако все вышесказанное справедливо при условии, что потребность пользователей в контенте — достаточно высокая (0,8 из 1,0), а при значениях больше 0,7 они могут увеличивать свои бюджетные ограничения. Результаты экспериментов при значениях  $PIS = 1$  и  $PIL = 0,5$  демонстрируют те же эффекты, но в меньшей степени, из чего можно заключить, что, чем больше нелегального контента в Интернете, тем сильнее эффект введения наказаний.

### Заключение

Результаты моделирования поведения потребителей программных продуктов свидетельствуют о том, что все исследуемые факторы заметно влияют на уровень пиратства и степень удовлетворенности пользователей и правообладателей. Эксперименты с выбором контента согласно его текущей популярности демонстрируют сохранение тенденций и усиление воздействий по сравнению со стандартными условиями. Заметим, что мы изучали пиратство пользователей ПО, подразумевая под этим приобретение ими нелегальных копий. На наш взгляд, более серьезную угрозу представляет другой вид пиратства, обусловленный распространением нелегального ПО через Интернет и на твердых носителях. Пираты этого типа не производят подделок, они просто взламывают оригинальные программы и распространяют их с выгодой для себя. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что в первую очередь следует бороться с пиратами-распространителями, так как самым влиятельным фактором является доля нелегального контента в Интернете. Если она высока, то ни снижение цен, ни увеличение бюджетных ограничений не приводят к существенному снижению числа пиратов. В такой ситуации увеличение доли наказаний дает положительный эффект, проявляющийся в сокращении числа пиратов и росте доходов правообладателей. Однако при этом 75 % потребителей из тех, что

могли бы использовать пиратские программы, останутся неудовлетворенными.

При фиксированном значении доли нелегального контента в Интернете влияние остальных факторов уменьшается в следующем порядке:

1. Увеличение бюджетных ограничений (но не более чем в 4—5 раз) — самый эффективный фактор в отношении роста числа легальных пользователей и общей удовлетворенности потребителей.

2. Снижение цен на лицензионные программные продукты, которое в определенных пределах оказывается выгодным для правообладателей. Чем меньше предложений нелегального контента в Интернете, тем больше снижение цен влияет на уровень пиратства и на уровень общей удовлетворенности потребителей.

3. Усложнение возможностей подделки и взлома легальных продуктов, препятствующее появлению пиратских программ высокого качества. Эксперименты показали, что, чем выше уровень подделки программных продуктов, тем меньше снижение цен влияет на уровень пиратства. Получается, что для сложных продуктов производителям не выгодно снижать цены более чем на 10 %. Но для простых продуктов снижать цены в 2—3 раза оказывается выгодно, поскольку прямым следствием снижения цен является постепенное вытеснение нелегального контента с рынка.

4. Увеличение числа наказаний за пиратство дает положительный эффект, усиливающийся с возрастанием доли нелегального контента в Интернете. При этом доходы правообладателей растут, но общая удовлетворенность потребителей снижается, так как большая часть отказавшихся от пиратства потребителей останутся ни с чем.

Проведенное исследование дает основания полагать, что в сфере распространения программных продуктов самой актуальной задачей является снижение доли нелегального контента в сети Интернет, которая уже сегодня является основным источником распространения ПО. Существующие законы вполне позволяют это сделать, необходимо совершенствовать правоприменительную практику. Кроме того, расширение доступа, снижение цен и усиление защиты от подделок лицензионного ПО способствуют снижению спроса на пиратский контент, следовательно, способствуют уменьшению его предложения.

Заметим, что полученные нами оценки уровня пиратства (65 % в стандартных условиях) очень близки к значениям, приведенным в отчетах BSA (63 %), полученным по другой методике, что можно рассматривать как дополнительный аргумент в пользу их истинности.

Следует помнить о том, что полностью преодолеть пиратство невозможно, и что, кроме издержек, возникающих у производителей и правообладателей, оно предоставляет определенные выгоды

потребителям и обществу в целом. Поэтому практические меры в этой области должны обеспечивать баланс интересов всех субъектов рынка информационных услуг.

#### Список литературы

1. **Исследование** влияния компьютерного пиратства. Экономические преимущества от снижения уровня компьютерного пиратства / Отчет IDC, BSA, 2010. URL: <http://www.bsa.org>
2. **Software Piracy on the Internet: a threat to your security.** BSA, 2009. URL: <http://www.bsa.org>

3. **Eighth Annual BSA and IDC Global Software Piracy Study,** 2011. URL: <http://globalstudy.bsa.org>
4. **Shadow Market.** 2011 BSA global software piracy study. 2012. URL: <http://www.bsa.org/globalstudy>
5. **Пробелы** в лицензировании: BSA: Глобальное исследование рынка программного обеспечения. 2014. URL: <http://www.bsa.org>
6. **Competitive Advantage: The Economic Impact of Properly Licensed Software.** Global Study Conducted for BSA by INCEAD eL ab. 2013. URL: <http://www.bsa.org>
7. **Андрейчикова О. Н., Андрейчиков А. В.** Что делать с авторским правом в сети Интернет? Поиск решения методом аналитических сетей // Информационные технологии. 2012. № 8. С. 28–35.
8. **Карпов Ю.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

**О. Н. Andreichicova**<sup>1</sup>, Leading Researcher, e-mail: alexandrol@mail.ru,

**А. А. Vavilov**<sup>2</sup>, Master of Science, **А. Н. Kozyrev**<sup>1</sup>, Chief of the Laboratory,

<sup>1</sup>Central Economic Mathematical Institute of Russian Academy of Science, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

## The Investigation of Consumer Behavior at the Software Market\*

*The paper describes the research of software consumers' behavior with use of a simulating tool AnyLogic Professional. The research includes the revealing main factors that determine customers' behavior, identification of key decision-making points; a building agent-based model and experiments with it. The outcomes obtained show a good accordance with observed data and can be used for the analysis and a choice of feasible market strategies for software products. The results of simulating software customers' behavior show that all explored factors considerably influence the levels of piracy and satisfaction of users and producers. The experiments with taking into account current popularity of software products demonstrate the same tendencies and an enforcement of impacts in comparison with standard conditions. The estimations of piracy level, which have been obtained in this research (65 % in standard conditions), are very close to the estimates for Russia published in reports of BSA [2] that uses another technique. This fact can be considered as additional proof of their validity.*

**Keywords:** simulation, consumer behavior, software piracy, agent-based model

#### References

1. **Issledovanie** vlijaniya komp'yuternogo piratstva. Jekonomicheskie preimushhestva ot snizhenija urovnja komp'yuternogo piratstva. *Otchet IDC, BSA*, 2010. URL: <http://www.bsa.org>
2. **Software Piracy on the Internet: a threat to your security.** BSA, 2009. URL: <http://www.bsa.org>
3. **Eighth Annual BSA and IDC Global Software Piracy Study,** 2011. URL: <http://globalstudy.bsa.org>

4. **Shadow Market.** 2011 BSA global software piracy study. 2012. URL: <http://www.bsa.org/globalstudy>
5. **Probeli** v licenzirovanii: BSA: Global'noe issledovanie rynka programmnoho obespechenija 2014. URL: <http://bsa.org>
6. **Competitive Advantage: The Economic Impact of Properly Licensed Software.** *Global Study Conducted for BSA by INCEAD eL ab.* 2013. URL: <http://www.bsa.org>
7. **Andreichikova O. N., Andreichikov A. V.** Chto delat' s avtorskim pravom v seti Internet? Poisk reshenija metodom analiticheskikh setej. *Informacionnye tehnologii.* 2012. N. 8. P. 28–35.
8. **Karpov Ju.** *Imitacionnoe modelirovanie sistem.* Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic5. SPb.: BHV-Peterburg, 2005.

\*The research is supported by Russian Scientific Foundation, project N 14-18-01999 "Measurement and forecasts in the digital economy".

#### Адрес редакции:

107076, Москва, Стромынский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5510

E-mail: [it@novtex.ru](mailto:it@novtex.ru)

Технический редактор *Е. В. Конова.*

Корректор *Т. В. Пчелкина.*

Сдано в набор 11.03.2015. Подписано в печать 23.04.2015. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 8,86. Заказ IT515. Цена договорная.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15565 от 02 июня 2003 г.

Оригинал-макет ООО "Авансд салюшнз". Отпечатано в ООО "Авансд салюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.