

---

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

---

### Транзакционные цифровые платформы: задача обеспечения эффективности

© 2021 г. Е.В. Устюжанина, В.Е. Дементьев, С.Г. Евсюков

**Е.В. Устюжанина,**  
ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: dba-guu@yandex.ru

**В.Е. Дементьев,**  
ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: vedementev@rambler.ru

**С.Г. Евсюков,**  
ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: sg-7777@yandex.ru

*Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 18-010-00216 А) «Выявление закономерностей сетевой динамики с целью формирования портфеля стратегий эффективного участия российских компаний в глобальных и региональных сетях создания стоимости в условиях цифровой революции».*

Поступила в редакцию 10.08.2020

**Аннотация.** Объектом исследования являются транзакционные цифровые платформы. Цель работы — на основе анализа экономического содержания понятия «цифровая транзакционная платформа» выявить основные характеристики этого явления и исследовать условия, позволяющие обеспечивать экономическую эффективность деятельности данной модели организации бизнеса. В статье предлагаются авторская трактовка понятия «цифровая транзакционная платформа», таксономия видов транзакционных платформ, анализ соотношения сфер деятельности и способов распределения выгод и издержек. Построена экономико-математическая модель платформы с тремя группами агентов — поставщиками, посетителями (потенциальными покупателями) и рекламодателями. Особенности модели по сравнению с имеющимися аналогами: учет значительного числа взаимных зависимостей поведения трех групп агентов; переход от постановки задачи максимизации текущего дохода оператора платформы к постановке задачи окупаемости платформы как инвестиционного проекта; использование логистических функций для описания сетевого эффекта зависимости числа заключенных сделок от численности продавцов, числа продавцов от числа заключенных сделок (в предыдущем периоде) и цены рекламного места от числа пользователей. Результаты работы: выявлены основные принципы управления ценообразованием на услуги платформы; продемонстрировано, что возможность достижения окупаемости проекта существенным образом зависит от скорости наращивания и исчерпания сетевых эффектов, что свидетельствует об очень высоких рисках неправильного прогноза динамики развертывания сетевых эффектов.

**Ключевые слова:** цифровые платформы, транзакционные платформы, сетевые эффекты, двусторонние рынки, математическая модель, логистическая функция.

**Классификация JEL:** A10, C65, D47.

**DOI:** 10.31857/S042473880013023-4

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровые платформы находятся в центре научного и публицистического обсуждения значительного числа исследователей. Во многом это объясняется бурным развитием данной модели организации бизнеса и ее влиянием на переформатирование экономических связей. Впечатляет тот факт, что в течение последних нескольких лет восемь из десяти крупнейших (по капитализации) компаний мира — компании, которые можно отнести к цифровым платформам — Microsoft, Apple, Amazon, Alphabet (Google), Facebook, Alibaba, Tencent.

Вместе с тем существует и обратная сторона медали. Огромное число компаний, которые пытались организовать свой бизнес в виде платформ, так и не смогли выйти на уровень окупаемости либо разорились. Согласно исследованиям (Йоффи, Гавер, Кусумано, 2019) средний срок жизни

платформы составляет менее пяти лет. Многие платформы прекращают деятельность в течение первых 2–3 лет после выхода на рынок.

Данный факт свидетельствует не только о чрезвычайно высоких рисках такой модели организации бизнеса (ее чувствительности ко множеству плохо предсказуемых характеристик внешней среды), но и о явных пробелах в методологии прогнозирования параметров развития платформы (численность различных групп участников, объемы поступлений из различных источников, время выхода на уровень насыщения (плато сетевого эффекта), время достижения текущей окупаемости, время достижения инвестиционной окупаемости). Во многом это связано с тем, что обеспечение окупаемости платформы как инвестиционного проекта до сих пор сдерживается дефицитом математических моделей, адекватно описывающих как процессы формирования сетей различных пользователей платформы, так и управление этими процессами с помощью механизмов ценообразования. Настоящая работа призвана восполнить этот пробел путем построения обобщенной модели, описывающей сетевые эффекты и их взаимное влияние на всем протяжении жизненного цикла платформы.

Для выявления условий эффективности платформ необходимо соотнести сферы их деятельности с источниками обеспечения их ресурсами. Такое соотнесение предполагает учет специфики отдельных типов платформ и их классификацию. Последующее изложение содержит краткое обсуждение платформы как формы организации бизнеса, анализ особенностей цифровых платформ-посредников. Приводится обзор литературы по моделированию деятельности платформ. Дается описание авторской модели цифровой платформы с тремя группами агентов — поставщиками, посетителями (потенциальными покупателями) и рекламодателями. Представлены численные расчеты по этой модели и обсуждение их результатов.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В течение последних 20 лет в научной литературе ведется оживленная дискуссия о роли цифровых платформ в современной экономике, истоках происхождения данного явления и его экономической сущности. При этом взгляды исследователей кардинально различаются. Если одни авторы трактуют платформы как революционное изменение экономических отношений (Geoffrey, Marshall, Sangeet, 2016), то другие воспринимают современные цифровые платформы как очередной этап в развитии капитализма (Срничек, 2019).

Во многом данное разночтение связано со множественностью определения понятия «платформа», диапазон трактовок которого простирается от понятия «двусторонние рынки» до «программный продукт».

В данной статье мы будем опираться на базовую классификацию цифровых платформ, предложенную в работе (Йоффи, Гавер, Кусумано, 2019), авторы которой выделяют инновационные и транзакционные платформы. *Инновационные* (точнее — программные) платформы позволяют своим контрагентам добавлять дополнительные продукты и услуги в основной программный продукт или технологию. Это прежде всего — операционные системы Java, SAP HANA, Android OS, iOS, Amazon Web Services, а также системы управления контентом — 1C, Moodle, Wix. *Транзакционные* платформы обеспечивают осуществление транзакций, в том числе обмен информацией, продуктами или услугами между пользователями платформы.

Объектом исследования настоящей статьи являются транзакционные цифровые платформы. Цель работы — на основе анализа экономического содержания понятия «цифровая транзакционная платформа» выявить основные характеристики этого явления (феномена) и исследовать условия, позволяющие обеспечивать экономическую эффективность деятельности данной модели организации бизнеса.

## ФЕНОМЕН «ТРАНЗАКЦИОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ»

Под транзакционными платформами можно понимать два рода явлений. В узком смысле слова — это форма организации бизнеса компании — оператора платформы (например, Amazon, Alibaba или Facebook) (Яблонский, 2013; Cachon, Daniels, Lobel, 2017). В широком смысле — способ организации взаимодействия множества агентов (Rochet, Tirole, 2003). Нас будут интересовать

оба вида, поскольку без понимания второго нельзя выявить особенности экономических характеристик первого.

В качестве базового термина для определения транзакционных платформ, в широком смысле, чаще всего используется понятие «двусторонние рынки». В (Баландина, Баскакова, 2016) предлагается следующее определение: «Под двусторонним рынком с участием платформы следует понимать рынок, где фирма-посредник реализует разные товары/услуги двум группам потребителей, каждая из которых приобретает свой товар/услугу. При этом потребление хотя бы одной из групп оказывает внешний эффект на вторую группу». Определение, данное в (Rochet, Tirole, 2006), выглядит по-другому: «Рынок можно рассматривать в качестве двухстороннего, если платформа способна влиять на объем сделок, повышая цену на одной стороне рынка и снижая ее на другой — иными словами, важное значение на таком рынке имеет структура цен».

В (Шаститко, Паршина, 2016) выделяются следующие черты платформ: а) объединение двух групп пользователей; б) наличие перекрестных сетевых эффектов; в) возможность привлечения пользователей с помощью изменения уровня и структуры цен.

Мы считаем, что приведенные определения представляются одновременно и слишком широкими, и слишком узкими. Избыточность этих определений состоит в том, что они позволяют называть платформой любое поле взаимодействия экономических агентов, порождающее перекрестные сетевые эффекты, начиная со средневековой рыночной площади и заканчивая современными торгово-развлекательными центрами. А недостаточность — в исключении из сферы исследования платформ, которые порождают прямые сетевые эффекты на основе объединения однородных пользователей (мессенджеры, электронная почта, платформы взаимопомощи) или предоставления продуктов совместного использования (компьютерные игры).

Как отмечалось ранее, в данной работе будут рассматриваться только транзакционные цифровые платформы. При этом в качестве родового мы предлагаем использовать понятие «поле взаимодействия», под которым понимается система организации коммуникации между экономическими агентами (Флигстин, 2013). Традиционно в экономической литературе противопоставляются два поля взаимодействий — фирмы и рынки. В последнее время становится все более очевидно, что в число таких полей входят *сети* — устойчивые системы связи между формально независимыми агентами (Дементьев, Евсюков, Устюжанина, 2017).

Мы даем следующее определение объекта исследования: *транзакционная цифровая платформа* (ТЦП) — это поле взаимодействия экономических агентов, организованное центральным агентом (оператором платформы) на основе использования информационно-коммуникационных технологий, которое порождает сетевые эффекты и влияет на объем коммуникаций посредством установления уровня и структуры цен.

Исходя из определения, отличительными признаками ТЦП являются:

1) наличие центрального агента — *оператора платформы* (речь идет о платформе, в узком смысле слова, — агенте, который организует взаимодействие других агентов — пользователей);

2) поле взаимодействия — платформы могут существовать в двух ипостасях: *платформы-рынки* (взаимодействие экономических агентов на них носит эпизодический характер разовых сделок) и *платформы-сети* (предполагают устойчивые связи между пользователями на основе возможностей платформы);

3) использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и вытекающие из этого возможности: а) удаленного взаимодействия, б) масштабирования. *Удаленное взаимодействие* — это возможность коммуникации между агентами, находящимися на любом расстоянии друг от друга. *Масштабирование* — теоретическое отсутствие ограничений для расширения поля взаимодействия (числа пользователей);

4) наличие сетевого эффекта — прямого или перекрестного и положительного хотя бы для одной группы пользователей. Под *прямым сетевым эффектом* понимается взаимное воздействие пользователей одного вида друг на друга (спрос порождает спрос). Под *перекрестным сетевым эффектом* понимается воздействие численности одного вида пользователей на число пользователей другого вида (спрос порождает предложение, и наоборот). При этом не исключаются и *отрицательные сетевые эффекты*: размер аудитории конкретного СМИ порождает положительный сетевой эффект для рекламодателей, а количество рекламы — отрицательный сетевой эффект для аудитории;

Таблица 1. Классификация ТЦП по области коммуникаций

| Область коммуникаций                                   | Примеры                                            |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Прямые коммуникации                                    | WhatsApp, Weber, Facebook, Одноклассники           |
| Поисковые системы                                      | Yandex Search, Google Search                       |
| Прямые посредники                                      | Booking, Uber, Airbnb, Avito                       |
| Организаторы пространства для размещения контента      | Amazon, Alibaba, YouTube, Coursera                 |
| Альтернативные средства массовой информации            | Instagram, Яндекс-Дзен                             |
| Организаторы online-общения в режиме реального времени | Zoom, Skype, Вебинар                               |
| Организаторы краудсорсинга                             | Википедия, Torrent, Добровольные вычисления, eBird |
| Платежные системы                                      | Visa, MasterCard, PayPal, Мир                      |
| Смешанные — работают в разных областях коммуникаций    | Alphabet, Tencent, Telegram, Microsoft Team        |

Источник: составлено авторами.

5) возможность ТЦП влиять на объем коммуникаций через уровень и структуру цен. Этот признак совпадает с наиболее распространенными определениями платформ, сформулированными в (Rochet, Tirol, 2006), и означает возможность перераспределять издержки с одной (субсидируемой) стороны на другую (дискриминируемую) сторону.

Как мы отмечали ранее, наиболее общим является деление платформ на две категории — инновационные (программные) и транзакционные.

В (Evans, 2011; Шаститко, Паршина, 2016) предлагается следующая классификация платформ: 1) для осуществления экономического обмена между покупателями и продавцами; 2) объединяющие рекламодателей и СМИ; 3) устройства для осуществления транзакций (платежные системы); 4) программные — объединяющие разработчиков программ и их приложений.

С нашей точки зрения, наиболее очевидными видами таксономии транзакционных цифровых платформ будут классификации по полю взаимодействия, области коммуникаций и предлагаемому непосредственным пользователям продукту.

Исходя из базовых характеристик поля взаимодействия, платформы можно разделить на многосторонние рынки и сети. К *многосторонним рынкам* относятся платформы, организующие торговые транзакции и доступ к информации. К *сетям* — социальные сети, мессенджеры, в том числе электронную почту, и платформы, способствующие организации транзакций взаимности (Поляны, 2002).

По области коммуникаций ТЦП можно разделить на девять классов (табл. 1).

По предлагаемому непосредственным пользователям продукту ТЦП можно разделить на платформы, которые обеспечивают:

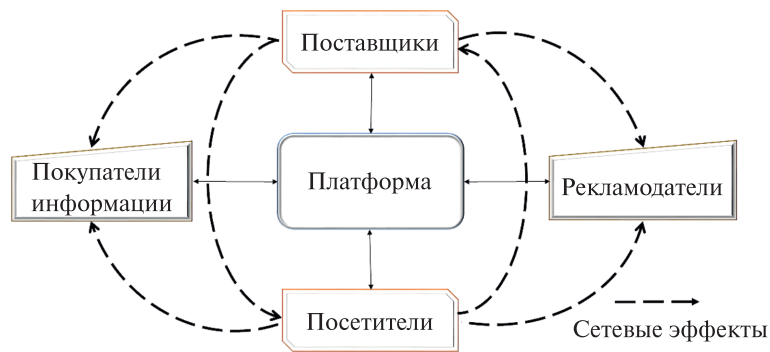
- доступ к информации (электронные СМИ и их аналоги, МООС, электронные энциклопедии);
- возможность коммуникации;
- электронные услуги (регистрация прав; запись на прием; онлайн-платежи и переводы, электронное голосование);
- цифровые блага — продукты, изначально созданные в цифровом формате, или цифровые копии обычных благ;
- посреднические услуги, осуществляемые с помощью управления цифровыми образами обычных благ (гостиницы и клиенты, транспортные компании и клиенты, купля-продажа благ и услуг);
- различные продукты.

Пользователей ТЦП можно разделить на две группы:

1) непосредственные — агенты, которые используют ТЦП для коммуникаций, в том числе общения (обмена информацией), транзакций рыночного обмена и транзакций взаимности;

2) косвенные — агенты, которые используют порождаемые платформой сетевые эффекты.

Для одноранговых (peer-to-peer) платформ, организующих торговые транзакции, непосредственными агентами являются поставщики — агенты, предоставляющие услуги и ресурсы,



**Рис. 1.** Сетевые эффекты посреднической ТЦП  
 Источник: авторская разработка.

и потребители — агенты, пользующиеся услугами и ресурсами поставщиков. К косвенным агентам относятся рекламодатели и сборщики информации (рис. 1).

Платформы обеспечивают следующие преимущества непосредственным пользователям:

- снижают транзакционные издержки взаимодействия;
- расширяют пространства коммуникаций до границ мира, в котором есть Интернет;
- расширяют клиентскую базу (поставщики);
- обеспечивают рост доходов за счет включения в коммерческий оборот простаивающих ресурсов (поставщики);
- снижают накладные расходы ведения бизнеса (поставщики);
- уменьшают альтернативные издержки — время простоя имеющихся ресурсов — транспортных услуг, аренды помещений, работу на заказ (поставщики);
- увеличивают возможности выбора (потребители);
- предоставляют возможность дробного потребления (потребители);
- повышают уровни кастомизации товара/услуги (потребители).

Для косвенных пользователей — обеспечивают возможности получения выгоды путем размещения или сбора информации.

Платформы-посредники могут получать доход различными способами — за счет платы:

- 1) поставщиков (за вход, совершенные сделки или за право размещения контента);
- 2) пользователей (за доступ, за покупку, за временное пользование);
- 3) рекламодателей (за размещение контента, за ссылки на ресурсы);
- 4) потребителей информации (право допуска к первичной информации (интернет-роботы) или обработанная информация по запросу пользователя).

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЛАТФОРМ

Подавляющее число публикаций, связанных с анализом деятельности транзакционных платформ, посвящено трем основным темам — социально-экономические преимущества и общественные риски данной модели организации бизнеса (Lobel, 2017; Стрелец, 2019), трансформация экономических отношений, порождаемая платформами (Geoffrey, Marshall, Sangeet, 2016; Срничек, 2019), и особенности антимонопольного регулирования деятельности платформ (Shapiro, Varian, 1999; Armstrong, 2006; Шаститко, Паршина, 2016; White, Chapsal, Yeater, 2018).

Во многих работах, посвященных анализу данной формы организации бизнеса, также изучаются проблемы ценообразования на услуги платформы. Однако значительная часть этого анализа имеет характер теоретического обсуждения таких проблем, как применяемые способы ценовой дискриминации, методы интернализации внешних эффектов, выбор дискриминируемой и субсидируемой сторон и т.п.

Моделированию динамического ценообразования на услуги платформы посвящены работы (Hagiu, Haľaburda, 2011; Cachon, Daniels, Lobel, 2017; Баландина, Баскакова, 2016; Боровкова, 2019; Huukia, Svento, 2020; Martınez-de-Alb niz, Pinto, Amorim, 2020; и др.). В них объектами моделирования выступают как различные формы ценообразования (членские взносы, плата за транзакции, перекрестное субсидирование), так и изменение цен во времени, установление дифференцированных цен для различных групп потребителей и т.д. Однако б льшая часть этих моделей посвящена вопросам текущего перераспределения выгод и издержек между различными группами пользователей в зависимости от изменения внешних условий, уровня асимметрии информации, размера сети, ожиданий и предпочтений участников. Иными словами, под динамическим ценообразованием авторы этих работ понимают политику гибких цен, реагирующих на те или иные изменения исходных параметров, в том числе число участников сети. В лучшем случае речь идет о динамической модели на основе марковской цепи, охватывающей несколько периодов (Doganoglu, 2003; Mitchell, Skrzypacz, 2006). Однако приходится констатировать дефицит работ, посвященных моделированию ценообразования на услуги оператора платформы на протяжении всего ее жизненного цикла — движения от момента появления платформы на рынке до достижения стабильного действия сетевого эффекта.

Таким образом, проблема обеспечения окупаемости платформы как инвестиционного проекта является объектом исследования многих работ, но на содержательном, а не на модельном уровне. Между тем, это — одна из основных проблем платформенного бизнеса. Как мы отмечали в начале статьи, многие операторы не могут преодолеть фазу стартапа. Но даже такие крупные рыночные игроки, как агрегаторы перевозок Uber и Lyft, по мнению рыночных аналитиков, еще не окупили сделанные в них инвестиции.

Другим общим недостатком б льшей части работ, моделирующих ценообразование на услуги платформ, являются довольно примитивные способы отражения влияния на поведение потребителей уровня цен и размера сети (доли реальных пользователей в общем объеме потенциального спроса). Так, во многих моделях предполагается, что влияние цены на уровень полезности потребителя имеет характер обратной линейной зависимости (Veiga, 2014). Данный способ учета влияния цены на выбор потребителя представляется нам чрезмерно упрощенным.

Что касается сетевого эффекта, то для его отображения используются либо линейный (Lin et al., 2019), либо степенной (Huukia, Svento, 2020) вид функций зависимости того или иного параметра от значения аргумента (объема сети в абсолютном или относительном выражении). Однако и тот, и другой вид в зависимости плохо отражают реальную динамику действия сетевого эффекта: очень медленный рост вначале, последующее ускорение и замедление по мере выхода на плато насыщения. Исключением из этой тенденции являются работы авторов данной статьи (Дементьев, Евсюков, Устюжанина, 2020), использующие для описания сетевого эффекта логистическую функцию Ферхюльста.

## ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Для анализа основных зависимостей и возможности достижения окупаемости проекта создания и раскручивания сети мы создали обобщенную экономико-математическую модель, описывающую взаимодействие платформы с тремя группами агентов: поставщики, посетители (потенциальные покупатели) и рекламодатели.

Платформа-посредник соединяет продавцов и покупателей некоего товара (услуги). Платформа может получать плату из двух источников: число заключенных сделок (от продавцов) и объем размещенной рекламы (от рекламодателей).

Субсидируемой стороной в нашей модели выступают потребители, что, безусловно, не означает отсутствия реальной платы потребителей за услуги платформы — плата за пользование входит в цены на товары (услуги) поставщиков. Плата за вход, как и абонентская, не взимаются.

В целях упрощения анализа предполагается, что общее число рекламных мест (время-место) фиксировано. Таким образом, мы не рассматриваем эффекты влияния на число непосредственных

пользователей объема рекламы и зависимость стоимости единицы рекламного места от числа единиц размещенной рекламы. Также мы не исследуем важную связь между числом непосредственных пользователей и объемом средств, вкладываемых в продвижение платформы. Предполагается, что соответствующие издержки включены в инвестиционные и текущие (постоянные) затраты платформы.

Основные зависимости модели:

- число посетителей (потенциальных покупателей) зависит от числа представленных на платформе поставщиков;
- число поставщиков зависит от числа заключенных в предшествующий период сделок;
- число сделок зависит от числа поставщиков и посетителей, а также от ценовой политики платформы;
- стоимость единицы рекламного места зависит от числа посетителей.

Основные допущения модели:

- 1) существует верхний предел числа поставщиков, которые могут прийти на платформу;
- 2) существует верхний предел числа посетителей (потенциальных покупателей), которые могут прийти на платформу»
- 3) существуют рыночные цены конкурентов — стоимость рекламного места (место/время размещения) и комиссия за посредничество в сделке.

В начале работы платформы посетителей (потенциальных покупателей) и продавцов относительно мало, но по мере роста числа продавцов растет число посетителей—потенциальных покупателей. По мере роста числа заключенных в прошлом периоде сделок растет число продавцов, реализующих свои товары (услуги) через платформу.

Число заключенных сделок зависит от числа потенциальных покупателей и продавцов. Цена рекламного места зависит как от рыночных цен конкурентов (считаются заданными), так и от числа посетителей—потенциальных покупателей.

Платформа выбирает:

- период бесплатного предоставления услуги поставщикам ( $T_1$ );
- уровень дисконта в оплате по сравнению с другими платформами после достижения сетевого эффекта (выхода на плато насыщения) ( $\alpha$ ).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

$T$  — общий период расчета (число периодов) — экзогенная величина. Продолжительность единичного периода  $t$  определяется временем, на которое заключается сделка. Предполагается, что каждый покупатель может заключать за период одну сделку. В нашем числовом эксперименте продолжительность периода 1 месяц.

*Доход платформы от сделок* в каждый период времени — это произведение числа сделок, заключенных в данный период, и платы за одну сделку (плата взимается с продавца):

$$R(t) = P(t)Q(t), \quad (1)$$

где  $R(t)$  — доход платформы от сделок в период  $t$ ;  $P(t)$  — плата, взимаемая платформой с поставщиков за каждую заключенную сделку в период  $t$ ;  $Q(t)$  — число сделок, заключенных в период  $t$ .

*Число заключенных сделок* зависит от значения «воронки продаж» (доли покупателей от числа посетителей), которая предполагается неизменной; числа посетителей; числа продавцов (когда продавцов становится много — платформа выходит на плато насыщения и конкретное значение данного показателя становится несущественным):

$$Q(t) = A B(t) / (1 + d e^{-\mu S(t)}), \quad (2)$$

где  $A$  — коэффициент воронки продаж ( $0 < A < 1$ );  $B(t)$  — число посетителей—потенциальных покупателей в период  $t$ ;  $S(t)$  — число продавцов в период  $t$ ;  $d$  — параметр, задающий стартовую долю числа сделок;  $\mu$  — параметр, задающий скорость исчерпания потенциала влияния числа продавцов на количество сделок.

*Плата за сделку* (для поставщика) зависит от цен конкурентов и ценовой политики платформы:

$$\text{для } t \in \{0, \dots, T_1\} \quad P(t) = 0; \quad (3)$$

$$\text{для } t \in \{T_1 + 1, \dots, T\} \quad P(t) = \alpha P, \quad (4)$$

где  $P$  — верхний предел цены (цены конкурентов);  $\alpha$  — дисконт, характеризующий ценовую политику платформы ( $0 < \alpha \leq 1$ ).

*Число посетителей—потенциальных покупателей* зависит от числа продавцов:

$$B(t) = H + (B - H)(S(t)/S)^\eta, \quad (5)$$

где  $B$  — максимальное число потенциальных посетителей;  $H$  — начальное число посетителей;  $\eta$  — коэффициент эластичности функции.

*Число продавцов* зависит от числа сделок, заключенных в предыдущий период ( $Q(t-1)$ ), и размера платы за услуги платформы в текущем периоде (параметра  $\alpha$ ):

$$S(t) = Y \left[ S / (1 + l e^{-\gamma Q(t-1)}) \right], \quad (6)$$

где  $S$  — максимально возможное число продавцов;  $l$  — параметр, задающий стартовую долю числа продавцов;  $\gamma$  — параметр, задающий скорость исчерпания потенциала роста числа продавцов в зависимости от числа сделок предыдущего периода;  $Y$  — параметр, описывающий влияние платы за услуги платформы на число продавцов:

$$Y = 2 - (\alpha + 1)^{1/2}. \quad (7)$$

Влияние платы на число поставщиков, представленных на платформе, объясняется возможностью выбора поставщика. Предполагается, что он может работать вообще без посредников или через другие платформы.

*Доход от рекламы* зависит от цены единицы рекламного места и числа рекламных мест:

$$W(t) = G(t) M, \quad (8)$$

где  $W(t)$  — доход от рекламы в период  $t$ ;  $G(t)$  — цена рекламного места в период  $t$ ;  $M$  — общее число рекламных мест, измеряемое в пространственно-временных единицах (объем-время демонстрации), предполагается заданным.

*Цена единицы рекламного места* зависит от числа посетителей (покупателей):

$$G(t) = G / (1 + f e^{-\beta B(t)}), \quad (9)$$

где  $G$  — максимальная стоимость рекламы у конкурентов;  $f$  — параметр, задающий стартовую долю значения цены рекламы;  $\beta$  — параметр, задающий скорость исчерпания потенциала роста цены рекламы в зависимости от числа посетителей.

*Доход платформы за период* складывается из платы поставщиков и дохода от рекламы:

$$E(t) = R(t) + W(t), \quad (10)$$

где  $E(t)$  — доход платформы в период  $t$ .

*Расходы платформы за период* зависят от числа посетителей, но их значительную долю составляют постоянные затраты ( $FC$ ):

$$TC(t) = FC + VC \times B(t), \quad (11)$$

где  $TC(t)$  — общие текущие затраты периода  $t$ ;  $VC$  — удельные переменные затраты.

*Чистый денежный поток за период*:

$$CF(t) = E(t) - TC(t), \quad (12)$$

где  $CF(t)$  — чистый денежный поток периода  $t$ .

*Накопленный дисконтируемый денежный поток* определяется с учетом стоимости денег во времени:

$$PV = \sum_{t=1}^T CF(t) \times (1+r)^{-t}, \quad (13)$$

где  $r$  — ставка дисконтирования за период.

Чистый накопленный денежный поток:

$$NPV = \sum_{t=1}^T CF(t)(1+r)^{-t} - I, \quad (14)$$

где  $I$  — величина первоначальных вложений

### ЧИСЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИ

Шаг — продолжительность периода  $t$  — равняется 1 месяцу. Числовые параметры модели приведены в табл. 2. Выбор значений опирается на реальные цифры из практики отдельных платформ.

Таблица 2. Числовые параметры модели

| Наименование параметра                                                   | Обозначение | Значение  |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
| Базовые показатели                                                       |             |           |
| Горизонт расчета, месяц                                                  | $T$         | 24        |
| Ставка дисконтирования, %                                                | $r$         | 0,5%      |
| Максимальное число продавцов, ед.                                        | $S$         | 2000      |
| Начальное число посетителей, ед.                                         | $H$         | 100       |
| Максимальное число посетителей, ед.                                      | $B$         | 1 000 000 |
| Значение коэффициента воронки продаж                                     | $A$         | 0,05      |
| Верхний предел цены сделки, руб.                                         | $P$         | 1 000     |
| Число рекламных мест, ед.                                                | $M$         | 90        |
| Предел цены рекламного места, руб./сутки                                 | $G$         | 150 000   |
| Текущие постоянные затраты, руб./период                                  | $FC$        | 8 000 000 |
| Удельные переменные затраты, руб./ед.                                    | $VC$        | 5         |
| Объем инвестиций, тыс. руб.                                              | $I$         | 100 000   |
| Коэффициенты                                                             |             |           |
| Параметр, задающий стартовую долю числа сделок                           | $d$         | 20 000    |
| Скорость исчерпания потенциала влияния числа продавцов на число сделок   | $\mu$       | 0,05      |
| Параметр, задающий стартовую долю числа продавцов                        | $l$         | 244       |
| Скорость исчерпания потенциала роста числа продавцов (от числа сделок)   | $\gamma$    | 0,008     |
| Параметр, задающий стартовую долю значения цены рекламы                  | $f$         | 99 000    |
| Скорость исчерпания потенциала роста цены рекламы (от числа покупателей) | $\beta$     | 0,005     |
| Параметр зависимости числа посетителей от числа продавцов                | $\eta$      | 1,25      |

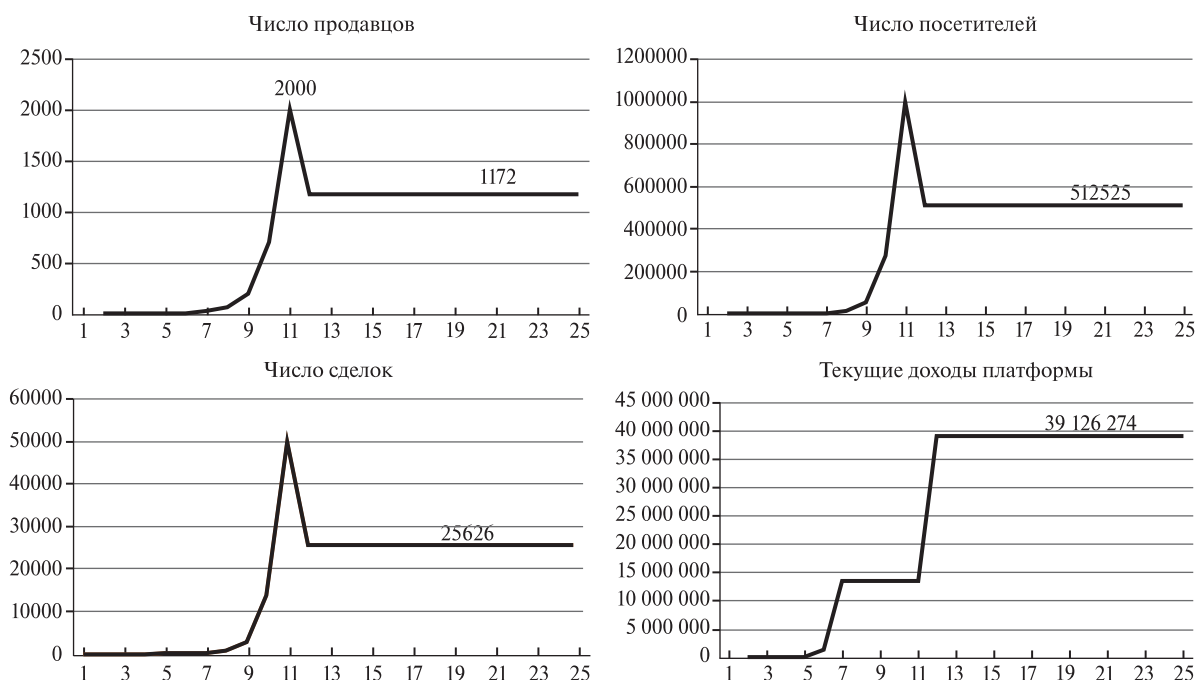
### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование проводилось на основе компьютерного эксперимента посредством последовательного изменения отдельных числовых параметров модели и управляемых переменных —  $T_1$  и  $\alpha$ .

При заданных значениях параметров модели (см. табл. 2) время выхода платформы на плато насыщения (2 тыс. продавцов и 1 млн посетителей) составит 12 месяцев. Если в этот момент ввести плату для продавцов за каждую совершаемую с помощью платформы сделку, то при отсутствии дисконта в цене ( $\alpha = 1$ ) число продавцов уменьшится с максимума (2000) до 1172. Число посетителей, которое зависит от числа продавцов, уменьшится с 1 млн до 512 525 человек. Снизится и число заключаемых сделок. Зато за счет введения платы с продавцов резко увеличатся доходы платформы — до 39 126 274 руб. в месяц (рис. 2).

На рис. 3 представлена динамика двух показателей — текущего чистого денежного потока и чистой приведенной стоимости проекта нарастающим итогом. Выход на окупаемость проекта (дисконтируемый период окупаемости) достигается в периоде 17, а чистая приведенная стоимость проекта к концу второго года становится равной 214 млн руб.

На рис. 4 представлены данные о доходах компании за счет рекламы. Стабильность дохода от рекламы после периода 9, даже при уменьшении числа посетителей после введения платы за услуги

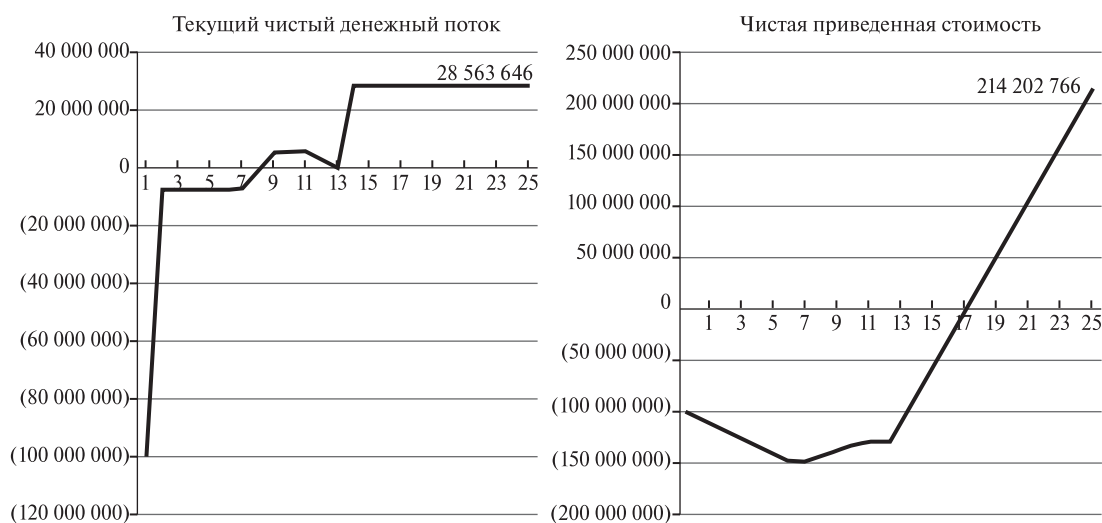


**Рис. 2.** Динамика числа продавцов, посетителей, заключенных сделок и текущих доходов платформы  
*Источник:* расчеты авторов.

для продавцов, объясняется тем, что для рекламодателей достаточным является преодоление порога в 100 тыс. посетителей.

Если сравнить доходы от рекламы за месяц (13 500 000 руб.) с ежемесячными расходами после стабилизации числа сделок (10 562 627 руб.), мы увидим, что поступления от рекламы окупают текущие расходы.

Исследование вопроса о том, когда именно целесообразно начинать взимать плату за посреднические услуги (с поставщиков), показывает, что оптимальным является время достижения числа поставщиков, сопоставимого с числом поставщиков после введения платы. В нашей модели это период 11. Если начать взимать плату ранее, число поставщиков, а следовательно, число потенциальных покупателей и число сделок будут существенно ниже оптимального. Однако чем позже будет введена плата, тем меньше будут суммарные доходы компании-оператора.



**Рис. 3.** Динамика текущего чистого денежного потока и чистой приведенной стоимости  
*Источник:* расчеты авторов.

Теперь попробуем ответить на вопрос, выгодно ли платформе после начала взимания платы с поставщиков снижать ее размеры по сравнению с рыночными ценами конкурентов. На рис. 5 приведены графики динамики числа сделок и величины чистого денежного потока при отсутствии ( $\alpha = 1$ ) и наличии ( $\alpha = 0,7$ ) скидок.

При снижении платы число сделок в месяц увеличивается с 25 626 (при  $\alpha = 1$ ) до 31 797 (при  $\alpha = 0,7$ ). Однако за счет снижения цены чистый денежный поток уменьшается с 28 563 646 руб. до 24 577 966 руб. Это объясняется высокой эластичностью числа сделок по цене. Иными словами, невыгодно увеличивать число сделок за счет снижения платы поставщиков по сравнению с рыночными ценами конкурентов в условиях высокой эластичности соответствующей функции ( $\eta > 1$ ).

Рассмотрим чувствительность модели к скорости исчерпания потенциала влияния числа сделок на число продавцов —  $\gamma$ . В табл. 3 представлены данные, характеризующие чувствительность основных результатов модели к изменению параметра  $\gamma$  при неизменности всех остальных условий.

В первоначальной модели параметр  $\gamma = 0,008$ .

Если  $\gamma = 0,007$ , время выхода на плато составит уже не 12, а 17 месяцев. Период достижения окупаемости увеличится с 17 до 22 месяцев. Чистая приведенная стоимость проекта составит 55 885 667 руб. против 214 202 766 руб. в первом варианте.

Если  $\gamma = 0,0065$ , время выхода на плато увеличится до 21 месяца, период окупаемости выйдет за горизонт планирования и составит 27 месяцев, а по окончании двух лет (24 месяца) чистая приведенная стоимость проекта будет отрицательной (–71 367 683 руб.).

Таблица 3. Влияние значения параметра  $\gamma$  на результаты численного эксперимента

| $\gamma$ | Время выхода на плато числа сделок | Дисконтированный период окупаемости DPB | $NPV (T = 24)$ |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| 0,008    | 12                                 | 17                                      | 214 202 766    |
| 0,007    | 17                                 | 22                                      | 55 885 667     |
| 0,0065   | 21                                 | 27                                      | –71 367 683    |

Источник: расчеты авторов.

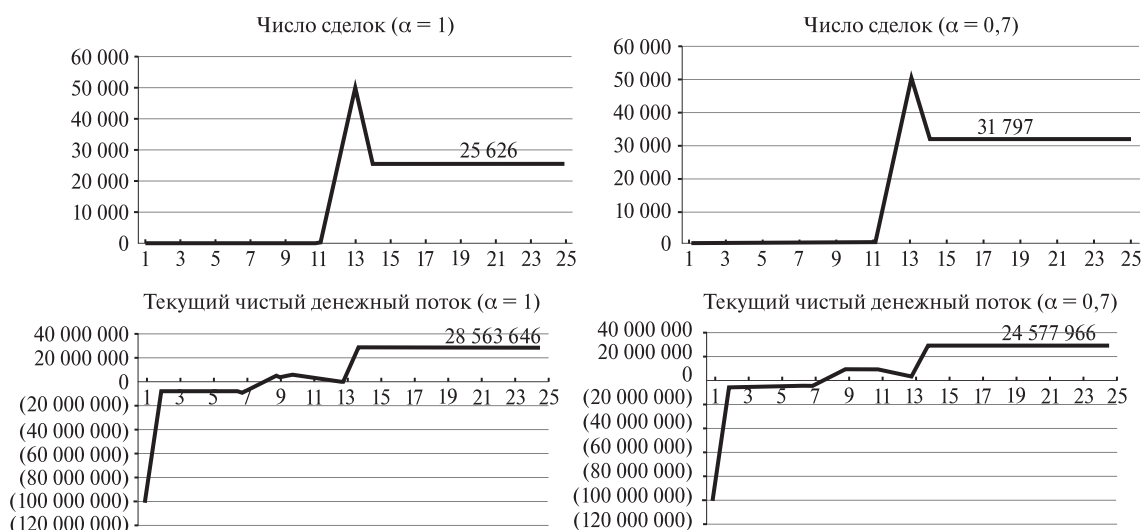


Рис. 5. Сравнение динамики числа продавцов, посетителей, числа заключенных сделок и текущих доходов платформы при разных ценовых политиках

Источник: расчеты авторов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что риск недостижения окупаемости проекта в связи с неправильным прогнозом скорости роста числа пользователей (продавцов) чрезвычайно велик. В то же время необходимо отметить, что изменение параметра скорости исчерпания потенциала роста числа сделок в зависимости от числа продавцов несущественно влияет на показатели модели.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование позволило получить следующие результаты.

1. Разработанная авторами экономико-математическая модель функционирования платформы как бизнеса позволяет оценить возможность и риски достижения окупаемости данного проекта для компании-оператора.
2. Выявлено, что логистический класс функций позволяет наиболее адекватно описывать развертывание сетевого эффекта во времени в зависимости от изменения базовых параметров взаимодействия.
3. На основе числового компьютерного эксперимента показано, что взимание платы за услуги платформы, оказываемые поставщикам, целесообразно начинать после достижения порогового значения числа поставщиков, сопоставимого с прогнозом числа поставщиков после введения платы.
4. Установлено, что целесообразность снижения платы за услуги платформы, которые она оказывает поставщикам, по сравнению с ценами конкурентов зависит от эластичности числа поставщиков от цены сделки.
5. Показано, что косвенные доходы (в конкретном случае — от рекламы) могут являться значимым источником денежных поступлений, за счет которых платформа может выйти на уровень покрытия текущих расходов.
6. Продемонстрировано, что при благоприятном стечении обстоятельств окупаемость проекта может быть достигнута в относительно короткие сроки.
7. Показано, что возможность достижения окупаемости проекта существенным образом зависит от скорости наращивания и исчерпания сетевых эффектов. Это означает, что риски неправильного прогноза динамики развертывания сетевых эффектов чрезвычайно высоки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Баландина М.С., Баскакова И.В.** (2016). Двусторонние рынки: определение понятия, ключевые характеристики и инструменты оценки // *Известия Уральского государственного экономического университета*. № 2 (64). С. 12–20. [**Balandina M.S., Baskakova I.V.** (2016). Two-sided markets: Definition, key elements and instruments for assessment. *Journal of the Ural State University of Economics*, 64, 3, 12–20 (in Russian).]
- Боровкова А.Е.** (2019). Поведение фирмы-посредника на двустороннем рынке при дифференциации продукта в условиях асимметрии информации // *Экономика и математические методы*. Т. 55. № 2. С. 104–117. [**Borovkova A.E.** (2019). Product differentiation in two-sided market with uncertainty in product quality value. *Economics and Mathematical Methods*, 55, 2, 104–117 (in Russian).]
- Дементьев В.Е., Евсюков С.Г., Устюжанина Е.В.** (2017). Гибридные формы организации бизнеса: к вопросу об анализе межфирменных взаимодействий // *Российский журнал менеджмента*, Т. 15. № 1. С. 89–122. [**Dement'ev V.E., Ustyuzhanina E.V., Evsukov S.G.** (2017). Hybrid forms of business organization: The interfirm cooperation perspective. *Russian Management Journal*, 1, 89–122 (in Russian).]
- Дементьев В.Е., Евсюков С.Г., Устюжанина Е.В.** (2020). О важности стратегического подхода при ценообразовании на рынках сетевых благ // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 2 (46). С. 57–71. [**Dement'ev V.E., Ustyuzhanina E.V., Evsukov S.G.** (2020). The importance of a strategic approach to pricing in markets for network goods. *The Journal of the New Economic Association*, 2 (46), 57–71 (in Russian).]
- Йоффи Д., Гавер А., Кусумано М.** (2019) Почему умирают цифровые платформы // *Ведомости*. 21.12.2019. [**Joffe D., Gaver A., Cusumano M.** (2019). Why digital platforms are dying. *Vedomosti*, 21.12.2019 (in Russian).]
- Поланыи К.** (2002). Экономика как институционально оформленный процесс // *Экономическая социология*. № 3 (2). С. 62–73. [**Polanyi K.** (2002). Economics as an institutionalized process. *Journal of Economic Sociology*, 3, 2, 62–73 (in Russian).]

- Срничек Н.** (2019). Капитализм платформ. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. [Srnicek N. (2019). *Platform capitalism*. Moscow: National Research University «Higher School of Economics» (in Russian).]
- Стрелец И.А.** (2019). Особенности двусторонних рынков сетевых благ // *Экономические отношения*. Т. 9. № 1. С. 383–392. [Strelets I.A. (2019). Features of bilateral markets network benefits. *Journal of International Economic Affairs*, 9, 1, 383–392 (in Russian).]
- Флигстин Н.** (2013). Архитектура рынков: экономическая социология капиталистических обществ XXI века. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. [Fligstein N. (2013). *The architecture of markets: An economic sociology of twenty-first-century capitalist societies*. Moscow: National Research University «Higher School of Economics» (in Russian).]
- Шашитко А.Е., Паришина Е.Н.** (2016). Рынки с двусторонними сетевыми эффектами: спецификация предметной области // *Современная конкуренция*. Т. 10. № 1 (55). С. 5–18. [Shastitko A., Parshina E. (2016). Two-sided markets: The subject matter specification. *Journal of Modern Competition*, 10, 1, 5–18 (in Russian).]
- Яблонский С.А.** (2013). Многосторонние платформы и рынки: основные подходы, концепции и практики // *Российский журнал менеджмента*. Т. 11. № 4. С. 57–78. [Yablonsky S.A. (2013). Multidimensional platforms and markets: Main approaches, concepts and practices. *Russian Management Journal*, 11, 4, 57–87 (in Russian).]
- Armstrong M.** (2006). Competition in two-sided markets. *Rand Journal of Economics*, 37, 3, 668–691.
- Cachon G., Daniels K., Lobel R.** (2017). The role of surge pricing on a service platform with self-scheduling capacity. *Manufacturing & Service Operations Management*, 19, 3, 337–507.
- Doganoglu T.** (2003). Dynamic price competition with consumption externalities. *Netnomics*, 5, 43–69.
- Evans D.S., Schmalensee R.L., Noel M.D., Chang H.H., Garcia-Swartz D.D.** (2011). Platform economics: Essays on multi-sided businesses. *Competition Policy International*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1974020>
- Geoffrey G., Marshall W., Sangeet P.** (2016). *Platform revolution: How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. Nova Littera SIA.
- Hagiu A., Hałaburda H.** (2011). Expectations, network effects and platform pricing. *Harvard Business School Working Papers 12–045*. December.
- Huukia H., Svento R.** (2020). Unobserved preferences and dynamic platform pricing under positive network externality. *Econometrics: Econometric & Statistical Methods — Special Topics eJournal*. Available at: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3549246>
- Lin X., Chen C., Lin Z., Zhou Y.** (2019). Pricing and service strategies for two-sided platforms. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 28, 3, 299–316.
- Lobel O.** (2017). Coase & the platform economy. *Research Paper No. 17–318 2017*. University of San-Diego.
- Martínez-de-Albéniz V., Pinto C., Amorim P.** (2020). *Driving supply to marketplaces: Optimal platform pricing when suppliers share inventory*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3643261>
- Mitchell M., Skrzypacz A.** (2006). Network externalities and long-run market share. *Economic Theory*, 29, 621–648.
- Rochet J.C., Tirole J.** (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1, 4, 990–1029.
- Rochet J.C., Tirole J.** (2006). Two-sided markets: A progress report. *The RAND Journal of Economics*, 37, 3, 645–667.
- Shapiro C., Varian H.** (1999). *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Boston: Harvard Business School Press.
- Veiga A.** (2014). Dynamic platform design. *NET Institute Working Paper*. No. 14–15.
- White J., Chapsal A., Yeater A.** (2018). European Union — *Two-Sided Markets, Platforms and Network Effects*. *E-Commerce Competition Enforcement Guide*. 7 December.

**Digital transaction platforms: Ensuring their efficiency**

© 2021 E.V. Ustyuzhanina, V.E. Dementiev, S.G. Evsukov

**E.V. Ustyuzhanina,***Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russia; e-mail: dba-guu@yandex.ru***V.E. Dementiev,***Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russia; e-mail: vedementev@rambler.ru***S.G. Evsukov,***Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russia; e-mail: sg-7777@yandex.ru*

Received 10.08.2020

*This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 18-010-00216A).*

**Abstract.** The objects of study are digital transaction platforms. The aim of the research is to analyze the economic phenomenon of digital transaction platforms, to reveal its main features and explore the environment that ensures the economic efficiency of this business model. The authors offer their own definition of a digital transaction platform, the taxonomy of its types as well as the analysis of correlation between business areas and methods of cost-benefit distribution. The paper presents a new mathematical economic model of a platform with three groups of agents — suppliers, visitors (potential customers) and advertisers. Unlike its predecessors, the model considers a large number of interconnections in the behavior of suppliers, customers and advertisers, focuses on calculation of the payback period of a platform instead of maximizing the current income of the platform operator. It applies logistic functions for describing the network effect of the relationships between the number of transactions and the number of sellers, the number of sellers and the number of transactions in the previous period, the price of advertising space and the number of users. The authors reveal the main principles of pricing management for platform services and show that the payback opportunity largely depends on the pace (velocity) of accumulation and exhaustion of network effects — thus, the forecast of expansion of network effects is very likely to be wrong.

**Keywords:** digital platforms, transaction platforms, network effect, bilateral markets, mathematical model, logistic function.

**JEL Classification:** A10, C65, D47.

**DOI:** 10.31857/S042473880013023-4