

ВЛИЯНИЕ СЕТЕВЫХ ЭФФЕКТОВ НА ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

А. И. ШАЙДУЛЛИН

*Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Россия*

Цель исследования: оценить влияние сетевых эффектов на рост полезности цифровых платформ. **Методология исследования:** в статье использованы такие методы анализа, как краткий библиометрический анализ для выявления исследовательских кластеров (с помощью программного обеспечения VOSviewer), обзор наиболее цитируемых научных статей по теме исследования, статистические и эконометрические методы сбора и обработки информации с построением регрессионных моделей. **Результаты исследования:** в работе обобщены существующие знания о сетевых эффектах и рассмотрены примеры роста полезности цифровых платформ с применением теории сетевых эффектов. **Оригинальность и значимость результатов:** в работе описаны этапы развития цифровых платформ с позиции сетевых эффектов. Проведенный эмпирический анализ позволил подтвердить гипотезу о значимом влиянии сетевых эффектов на рост полезности цифровых платформ, снять выдвинутые дополнительные гипотезы для дальнейших исследований. Менеджеры могут использовать знания о сетевых эффектах и подходах в целях их моделирования для оценки уровня полезности платформы, а также для анализа тех стадий технологического цикла, которые она проходит в настоящее время.

Ключевые слова: сетевые эффекты, цифровые платформы, децентрализованные финансы, DeFi, блокчейн-системы, социальные сети, полезность.

JEL: D85, L14, D41, D43, D61

ВВЕДЕНИЕ

Количество пользователей цифровых платформ с каждым годом увеличивается, в результате чего ординалистская (порядковая) ценность/полезность платформы также возрастает как в целом, так и для отдельного пользователя в частности [Barauskaite, Nguyen, 2021]. Чем больше пользователей

присоединяется к платформе, тем привлекательнее она становится для новых участников.

Понятие «цифровая платформа» имеет множество определений, и на сегодняшний день в научном сообществе не сложилось его единой интерпретации. В настоящей работе используется агрегированное определение цифровых платформ как ком-

Адрес организации: департамент бизнес-информатики, Высшая школа бизнеса, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, 20, Москва, 101000, Россия.

© А. И. Шайдуллин, 2024

<https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.303>

Приложение к статье доступно по адресу: <https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.303>

мерческой сети поставщиков, производителей, посредников и клиентов, которые удерживаются вместе посредством официальных контрактов и/или взаимной зависимости, что, в свою очередь, активизирует двухсторонние сети и сетевые эффекты для облегчения взаимодействия между различными группами пользователей [Tan et al., 2015; Koh, Fichman, 2014].

Цифровые платформы обладают рядом особенностей и преимуществ [Asadullah, Faik, Kankanhalli, 2018; De Reuver, Sørensen, Basole, 2018]:

- снижают транзакционные издержки, например, на поиск, заключение контрактов и мониторинг соблюдения их условий [Paganì, 2013];
- помогают в организации и координации технологической разработки взаимодополняющих продуктов [Nicholson, Nielsen, Sæbø, 2021];
- актуализируют и усиливают сетевые эффекты.

Под сетевым эффектом понимается концепция платформенной экономики, согласно которой ценность и полезность цифровой платформы для одного пользователя зависят от количества ее пользователей. До популяризации цифровых платформ сетевые эффекты рассматривались как феномен в экономике применительно к потреблению большого спектра товаров и услуг. При этом в исследованиях часто опускается микроэкономический контекст сетевых эффектов (в частности, косвенные и прямые сетевые эффекты), а также вопрос о взаимодействии различных заинтересованных сторон в контексте платформенной экономики [Laffont, Rey, Tirole, 1998].

Дополнительные услуги, учитывающие сетевой эффект, могут существенно влиять на решения клиентов о потреблении [Chu, Manchanda, 2016; Chow, Sayarshad, 2016] и способствовать росту прибыльности предприятий [Liu et al., 2022]. Условия окружающей среды вынуждают менеджеров иным образом характеризовать ценность платформ для заинтересованных сторон. Особенностью здесь является наличие феномена косвенных сетевых эффектов в контексте

двухсторонних рынков [Adachi, Tremblay, 2020] — ситуации, когда увеличение полезности для одной стороны платформы приводит к росту полезности для другой ее стороны [Boudreau, Jeppesen, 2015]. Однако, несмотря на важность учета сетевых эффектов при разработке инфраструктуры цифровых платформ, ряд атрибутов сетевых эффектов в настоящее время в научной литературе игнорируется.

Цель статьи — оценка влияния сетевых эффектов на рост полезности цифровых платформ.

Для ее достижения был проведен библиометрический анализ, который позволил выделить основные термины, относящиеся к концепции сетевых эффектов. Ключевые слова были использованы для проведения обзора научной литературы за 1985–2024 гг. и выявления базовых положений концепции сетевых эффектов. Все это дало возможность построить регрессионные модели для двух типов платформ — социальной сети и децентрализованных финансов.

В работе содержатся три исследовательских вопроса.

RQ1. Чем одни формы сетевых эффектов отличаются от других?

RQ2. Как сетевые эффекты влияют на качество и полезность цифровых платформ?

RQ3. Как эмпирически доказать влияние сетевых эффектов на рост полезности цифровых платформ?

Новизна исследования определяется тем, что в нем: 1) обобщены знания о сетевых эффектах (с использованием библиометрического анализа и обзора высокоцитируемых статей); 2) рассмотрены практические кейсы роста полезности цифровых платформ с применением теории сетевых эффектов (на основе данных социальной сети Facebook* и агрегированных данных децентрализованных финансовых платформ (DeFi)).

* Продукт компании Meta, деятельность которой признана экстремистской в Российской Федерации.

Статья имеет следующую структуру. В первом разделе описана методология исследования. Во втором приведен обзор научной литературы. В третьем обозначены теоретические основы сетевых эффектов. В четвертом показаны результаты эмпирического анализа. В пятом разделе представлена дискуссия по рассматриваемой тематике. В заключении продемонстрированы основные выводы статьи и определены направления дальнейших исследований.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования использована методология библиометрического анализа, предложенная в [Anand, Brix, 2021; Anand et al., 2021]. Авторы используют набор ключевых терминов и приложение VOSviewer¹ для определения исследовательских пробелов, что позволяет провести более качественный обзор научной литературы.

В настоящей работе комбинируются количественные и качественные методы анализа: краткий библиометрический анализ с построением карты терминов, обзор литературы, эмпирический анализ посредством регрессионных моделей.

Исследование состоит из трех этапов.

На первом этапе приведено обобщение существующих знаний в области сетевых эффектов. Для определения основных публикаций был выполнен поиск литературы в базе научных статей Scopus² по ключевому слову “network effects”. В общей сложности с платформы Scopus было скачано 3990 статей.

Выбор платформы Scopus обусловлен тем, что она:

- представляет обширный список современных и архивных источников; это позволяет как пронаблюдать развитие

темы в научной среде, так и выявить возникающие тенденции;

- содержит большой набор литературы по гуманитарным и социальным дисциплинам;
- применяется для проведения библиометрического исследования с построением карты кластеров и тепловой карты терминов.

Затем был осуществлен процесс кластеризации ключевых слов из выбранных статей. С помощью программного обеспечения VOSviewer построена карта терминов двух типов: первого — карта изучения дисциплин, в которых актуализируется проблема сетевых эффектов, а также взаимосвязи между этими дисциплинами; второго — тепловая карта для определения наиболее релевантных терминов по годам.

Всего посредством VOSviewer было обнаружено 9359 ключевых слов. В выборку вошли термины, употребляемые чаще восьми раз. Термины, которые являются слишком обобщенными и не имеют отношения к проблеме исследования, а также дублирования, были исключены из выборки. Таким образом, осталось 298 терминов, которые были разбиты на четыре кластера.

На втором этапе рассмотрены вопросы о развитии идеи сетевых эффектов и разнообразии подходов к их интерпретации. Для этого изучался перечень наиболее цитируемых статей за 1985–2024 гг. В качестве ориентира для выбора статей использовалось как количество цитирований, так и принадлежность ключевых слов к определенному кластеру терминов. Статьи более ранних периодов анализировались для определения направлений развития исследований в области сетевых эффектов.

На третьем этапе проведено эмпирическое исследование, основанное на анализе платформ — социальной сети Facebook* и агрегированных данных о децентрализованных финансовых платформах (DeFi).

¹ VOSviewer. URL: <https://www.vosviewer.com/> (дата обращения: 20.05.2023).

² Scopus. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 20.05.2023).

* Продукт компании Meta, деятельность которой признана экстремистской в Российской Федерации.

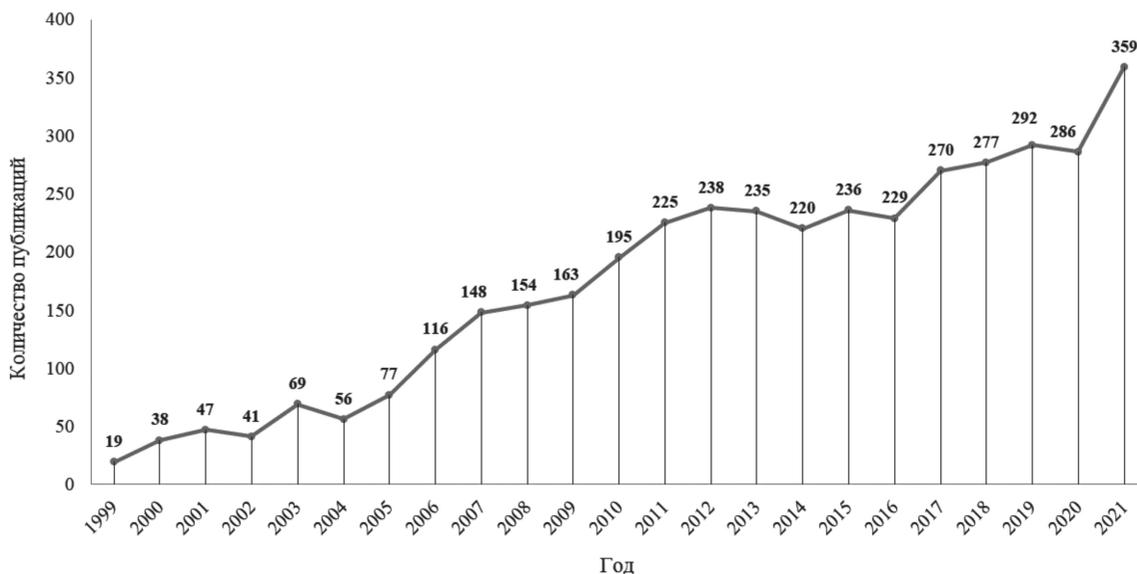


Рис. 1. Динамика количества публикаций по ключевому слову «сетевые эффекты», 1999–2021 гг. Составлено по: Scopus. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 20.05.2023).

Данные были собраны с веб-сайта Statista³, недостающие значения дополнялись вручную с различных сайтов, включая официальные веб-сайты изучаемых организаций. Собранные и обработанные данные по социальной сети Facebook* представлены в Приложении.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

В последние годы популяризация Интернета привела к увеличению числа приложений, успех которых в значительной степени зависит от количества их пользователей [Aggarwal, Yu, 2012]. В контексте быстрорастущего значения платформ сложно объективно анализировать и оце-

нивать процессы, происходящие внутри сетей. Например, возникает вопрос о том, насколько эффективны и долгосрочны отношения пользователей со спамом. Соединения такого типа не приносят ценности и полезности в сеть как для индивидуальных пользователей, так и для всей сети в целом. Для объективного понимания природы сетевых эффектов и их значимости в целях построения бизнес-моделей необходимо определить их основные характеристики и атрибуты.

Проблема влияния сетевых эффектов на цифровые платформы рассматривается как в зарубежной, так и в отечественной литературе. Исследование сетевых эффектов началось с серии работ М. Каца и К. Шапиро [Katz, Shapiro, 1985; 1986; 1992]. Авторы определяют ключевые элементы сетевых эффектов и их роль в конкурентной политике компании, а также выявляют некоторые поведенческие особенности потребителей, влияющие на использование цифровых платформ. Например, они делают вывод о том, что «каждый потребитель, принимая решение о потре-

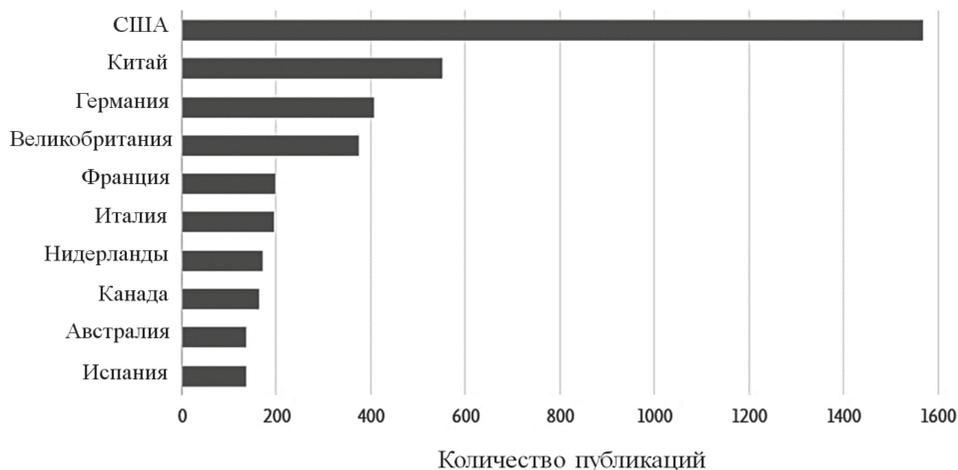
³ Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/>, <https://www.statista.com/statistics/277229/facebooks-annual-revenue-and-net-income/> (дата обращения: 10.07.2023).

* Продукт компании Meta, деятельность которой признана экстремистской в Российской Федерации.

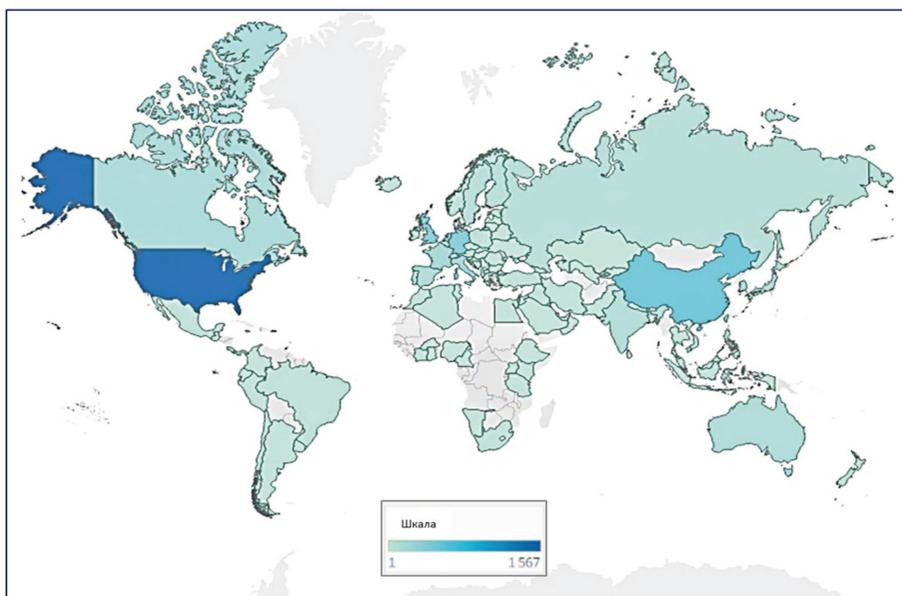
блении, игнорирует влияние сети на других потребителей» [Katz, Shapiro, 1986, p. 825].

Проблема сетевых эффектов актуализировалась в конце 1990-х гг. из-за пузыря Dot.com, который затем привел к кризису Dot.com. На рис. 1 показана динамика количества публикаций по тематике сетевых эффектов в период с 1999 по 2021 г.

Можно отметить, что интерес к проблеме начал усиливаться после 2009 г. [Sorescu et al., 2018]. Затем всплеск внимания к сетевым эффектам произошел в 2020 г.: из-за пандемии COVID-19 число пользователей цифровых платформ резко возросло, что побудило исследователей глубже изучать феномен сетевых эффектов с разных точек зрения.



(а) Диаграмма распределения публикаций по странам



(б) Географическое распределение публикаций

Рис. 2. Распределение публикаций по ключевому слову «сетевые эффекты», 1999–2022 гг., Составлено по: Scopus. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 20.05.2023); Tableau. URL: <https://mkt.tableau.com> (дата обращения: 20.05.2023).



Рис. 3. Распределение статей по ключевому слову «сетевые эффекты»: научные дисциплины, 1999–2022 гг.

Составлено по: Scopus. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 20.05.2023).

На рис. 2а, б показано распределение научных публикаций по отдельным странам.

Наибольшее количество публикаций по данной теме вышло в США. Далее следуют статьи из Китая, Германии, Великобритании и Франции. Отчасти страновые показатели числа публикаций по сетевым эффектам и компьютерному моделированию коррелируют. Можно выдвинуть гипотезу о междисциплинарном характере рассматриваемой проблемы. Карта распределения количества опубликованных статей по ключевому слову «сетевые эффекты» также демонстрирует его явную неоднородность по странам.

На рис. 3 показано распределение научных статей по ряду дисциплин.

В основном статьи о сетевых эффектах публикуются по дисциплинам «Информатика» (15,6 %); «Бизнес, Менеджмент и Бухгалтерский учет» (14,1 %); «Социальные науки» (12,8 %); «Экономика, Эконометрика и Финансы» (11,7 %); «Инженерия» (10,9 %).

В зависимости от отнесения к той или иной области исследований сетевые эффекты могут иметь свои специфические особенности. Например, в [Adida, Dey, Mamani, 2013] рассматриваются операционные проблемы и сетевые эффекты на рынках вакцин, а в [Aguilar, Agüero, Barrantes, 2020] изучается влияние сетевых эффектов на рынок телекоммуникаций. Подобное распределение статей по разным дисциплинам также подчеркивает междисциплинарный характер выбранной темы исследования.

Далее были построены две карты терминов. Первая карта (рис. 4) демонстрирует взаимосвязь дисциплин, указанных на рис. 3.

Первый кластер — красный — описывает роль сетевых эффектов в таких дисциплинах, как «Экономика», «Маркетинг» и «Науки о принятии решений». Подчеркиваются микроэкономический контекст сетевых эффектов (олигополия, монополия, ценовая конкуренция, издержки и т. д.), их роль в экономике платформ и на двухсто-

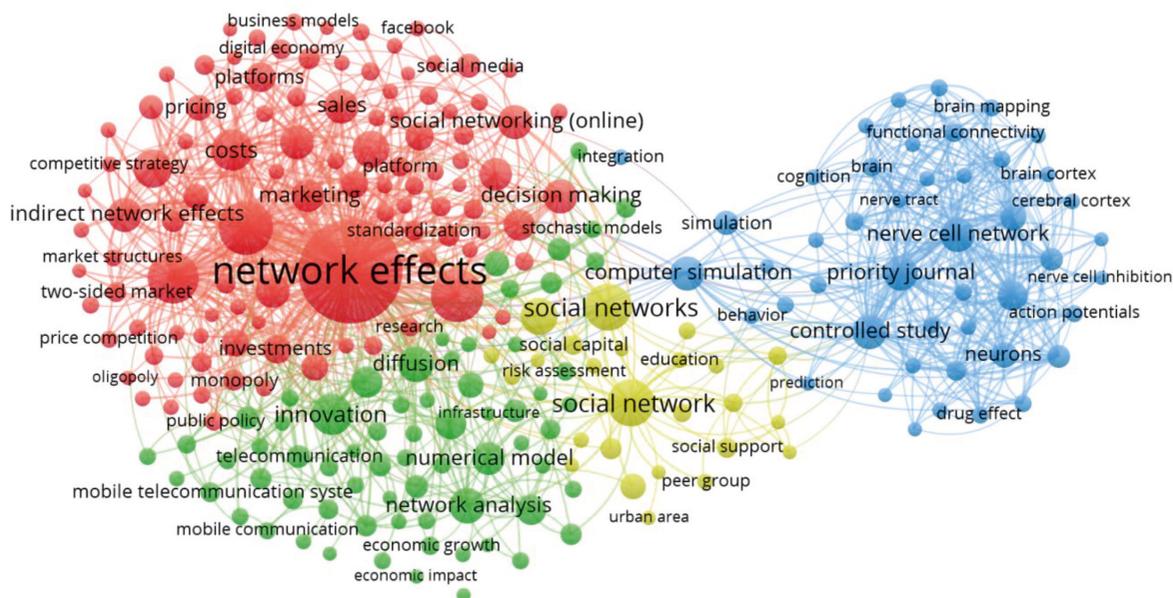


Рис. 4. Карта терминов для установления взаимосвязи дисциплин: ключевое слово «сетевые эффекты», 1999–2022 гг.

Составлено по: Scopus. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 20.05.2023); VOSviewer. URL: <https://www.vosviewer.com/> (дата обращения: 20.05.2023).

роннем рынке (косвенные сетевые эффекты, прямые сетевые эффекты и т. д.). Некоторые элементы характеризуют применимость сетевых эффектов к терминам менеджмента — бизнес-моделям, цифровой экономике, инвестициям и т. д.

Второй кластер — зеленый — в основном включает методы оценки сетевых эффектов (например, термин «диффузия»), а также инструменты, в которых могут быть использованы концепции сетевых эффектов (стохастические модели, сетевой анализ, численные модели и т. д.). Отдельную подгруппу составляют такие сферы экономики, как рынок инноваций и рынок телекоммуникаций.

Третий кластер — желтый — охватывает проблему социальных сетей и социального взаимодействия (тематика социального капитала, социальной поддержки, образования и т. д.).

Четвертый кластер — синий — включает методы компьютерного моделирова-

ния. Здесь представлены наиболее отдаленные от остальных кластеров термины, которые в основном применимы к области нейрофизиологии (картирование мозга, нейроны, головной мозг, когнитивные способности, действие лекарств и т. д.). Этот кластер объединяется с другими с помощью понятия «компьютерное моделирование».

Вторая карта отображает тепловую карту терминов (рис. 5) без учета синего кластера (рис. 4).

Тепловая карта позволяет определить наиболее актуальные подтемы исследований в рамках сетевых эффектов. Можно отметить, что желтые узлы относятся к методам моделирования — обучающим системам, глубинному обучению, созданию облачных вычислений и т. д.

Таким образом, концепция сетевых эффектов может применяться в различных дисциплинах для решения большого спектра задач. Тем самым актуализируется

С развитием Интернета и популяризацией цифровых платформ закон Меткалфа был применен для описания социальных сетей, а затем и процессов, происходящих на цифровых платформах с внедренной технологией распределенных реестров.

Согласно концепции ценности сети, ценность сети можно выразить следующим образом (также в соответствии с законом Меткалфа):

$$I = (n - 1) \cdot c$$

$$T = n \cdot (n - 1) \cdot c,$$

где n — количество узлов (от *англ.* nodes); I — ценность сети для каждого отдельного пользователя; T — общая ценность сети (для n узлов) для всех пользователей; коэффициент c — условная сила одной связи между пользователями [Metcalfe, 2013].

В статье под пользователями (узлами) подразумеваются все основные действующие лица-акторы: потребители, владельцы платформ, предприниматели, рекламодатели и т. д. Узлы бывают разных типов. Например, центральные узлы имеют большое количество связей (часто более ценных), маргинальные узлы — относительно мало связей, из-за чего они менее важны. Однако если маргинальные узлы сопряжены с несколькими мощными узлами, то их значимость для повышения полезности сети увеличивается [Currier, 2018]. Нередко агенты внутри платформы взаимодействуют друг с другом, чтобы повысить ценность сети. Чем выше ценность и полезность сети, тем большую выгоду смогут получить ее участники в будущем — от покупки/продажи рекламы, общения с большим количеством пользователей, возможностей создания сообществ и т. д.

Каждый новый пользователь повышает ценность сети, а также мотивирует других потенциальных пользователей присоединиться к платформе. Коэффициент c указывает на условную силу одной связи между пользователями. Обычно он равен 1, потому что участники платформы вос-

принимают остальных в качестве потенциальных адресатов с одинаковой ценностью. Коэффициент c может быть плавающим, т. е. иметь неодинаковые значения для разных групп пользователей. Однако рассмотрение плавающего коэффициента выходит за рамки настоящей статьи.

Важно отметить, что в данном случае полезность и ценность — разные понятия. Полезность учитывает степень удовлетворенности от использования того или иного продукта или услуги. Она включает в себя различные принципы микроэкономики — полноту, транзитивность и ненасыщаемость. Пользователи оценивают и сравнивают наборы продуктов/услуг/приложений при помощи слов «лучше» или «хуже» (ординалистский подход)⁴. Ценность (при $c = 1$) — количественный показатель, объясняющий, со сколькими потенциальными участниками может быть связан пользова-

тель. Кроме того, ценность может создаваться за счет упрощения взаимодействия между двумя или более взаимозависимыми группами клиентов [Ye, Priem, Alshwer, 2012]. Общая логика закона Меткалфа показана на рис. 6. При плавающем коэффициенте c ценность способна приобретать количественный смысл. В таком случае важно, чтобы коэффициент c был аффилирован с количественными показателями платформы, например с выручкой или прибылью.

Полезность сетей в качестве прямого сетевого эффекта начинает нарастать только при достижении «критической массы пользователей», под которой понимается «минимальное количество пользователей, начиная с которого система обретает определенный уровень накопленной полезности, обеспечивающий долгосрочную эксплуатацию сети» [Дятлов, 2014, с. 9]. Это, в свою очередь, способствует росту выручки и чистой прибыли платформы.

⁴ В микроэкономике эта идея рассматривается в рамках концепции потребительских предпочтений.

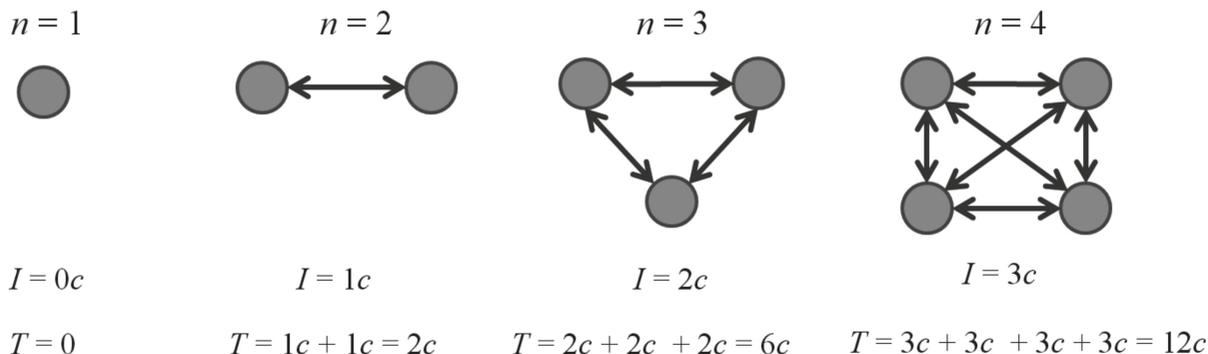


Рис. 6. Иллюстрация роста ценности сети: в целом и для одного пользователя по мере увеличения количества пользователей
Составлено по: [Parker, Alstyne, 2005].

Помимо прямых сетевых, существуют косвенные сетевые эффекты и сетевые эффекты двухстороннего рынка [Parker, Alstyne, Jiang, 2016]. Косвенные сетевые эффекты возникают, когда ценность сети увеличивается в результате того, что узел одного типа извлекает выгоду от узла другого типа, но не использует напрямую другие узлы того же типа [Van Hove, 2016]. Сетевой эффект двухстороннего рынка наблюдается в случае, если две группы пользователей создают добавленную ценность друг для друга [Rochet, Tirole, 2003; Llanes, Mantovani, Ruiz-Aliseda, 2019].

Например, можно рассмотреть криптовалюты, имеющие открытый исходный код. Проект с сильным сетевым эффектом может привлечь множество опытных разработчиков для аудита кода, поскольку на кону стоит большое количество средств (в том числе и их собственных). Эта дополнительная ценность обусловлена тем, что в сети циркулирует много активов. В результате сеть привлекает внимание значительного числа пользователей, что делает проект лидером по сравнению с конкурентами.

Р. Меткалф предполагал, что для различных цифровых технологий нет ограничений в полезности и эта полезность будет расти бесконечно. С позиции микроэкономических концепций это предположение вполне обосновано, здесь действует прин-

цип ненасыщаемости: «Больше — значит лучше». Однако с практической точки зрения возникают вопросы о том, действительно ли не имеется ограничений роста полезности и можно ли получать бесконечную выгоду от роста полезности сети за счет сетевых эффектов.

В рамках других законов сетевых эффектов тоже рассматривается рост полезности платформы. Например, закон Сарноффа, появившийся за несколько десятилетий до закона Меткалфа, гласит, что «ценность сети увеличивается пропорционально размеру сети: полезность сети = n , где n — общее количество пользователей в сети» [Соловьев, Шайдуллин, 2024, с. 17]. Однако для некоторых типов сетей такая оценка оказалась заниженной.

Технологические аспекты сетевых эффектов подчеркнул Г. Мур, сооснователь компании Intel. Он заметил и эмпирически определил, что «количество транзисторов, размещаемых на микросхеме, удваивается приблизительно каждые два года» [Moore, 2003, р. 20]. Формально автор предлагал формулу: $2n$, где n — количество транзисторов (узлов). При этом интерпретация аналога сетевых эффектов имеет некоторую протяженность во времени (полезность удваивается только спустя некоторое время — в данном случае через два года).

Действие этого закона характеризуется следующими показателями: 1) ростом плотности интеграции: количество транзисторов, размещаемых на микросхеме, растет экспоненциально, что позволяет создавать более мощные и компактные компьютеры и электронные устройства; 2) уменьшением размеров компонентов: с увеличением числа транзисторов на чипе размеры компонентов уменьшаются, что позволяет создавать более эффективные и энергосберегающие устройства [Moore, 2003].

Закон Мура стал важным ориентиром для индустрии полупроводников и информационных технологий. Он позволил компаниям и инженерам планировать и прогнозировать технические инновации и развитие компьютерных систем. Г. Мур отметил, что закон не будет действовать

бесконечно, однако его наблюдение оставалось актуальным на протяжении десятилетий и продолжает оказывать влияние на современные технологии.

Д. Рид, сторонник другого подхода, признавал, что «многие виды затрат увеличиваются пропорционально размеру сети и некоторые из них увеличиваются пропорционально квадрату размера сети» [Reed, 1999, p. 3]. Значит, полезность сети, по его мнению, растет в соответствии с формулой 2^n , где n — общее количество узлов. Важным фактором здесь становится возможность создавать сообщества и группы [Reed, 1999].

Некоторые исследователи [Ofek, Richardson, 2003; Briscoe, Odlyzko, Tilly, 2006] критически отнеслись к популяризации закона Меткалфа: полезность не может расти бесконечно в одном темпе, так

Таблица 1

Ценность и полезность сети: законы Меткалфа, Ципфа, Сарноффа и Рида

Формула законов сетевых эффектов	Количество узлов												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	50	100	1000
<i>Рост ценности сети в интерпретации Меткалфа</i>													
$I = (n - 1) \cdot c$	0	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	49c	99c	999c
$T = n \cdot (n - 1) \cdot c$	0	2c	6c	12c	20c	30c	42c	56c	72c	90c	2450c	9900c	999 000c
<i>Закон Меткалфа (1996 г., первая интерпретация)</i>													
$V = n^2$	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	2500	10 000	1 000 000
<i>Закон Меткалфа (2013 г., вторая интерпретация)</i>													
$V = n^2/2$	0,5	2	4,5	8	12,5	18	24,5	32	40,5	50	1250	5000	500 000
<i>Закон Ципфа</i>													
$V = n \cdot \log(n)$	0	0,6	1,4	2,1	3,5	4,7	5,9	7,2	8,6	10	84,95	200	3000
<i>Закон Сарноффа</i>													
$V = n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	50	100	1000
<i>Закон Рида</i>													
$V = 2^n$	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	$1,126 \cdot 10^{15}$	$1,268 \cdot 10^{30}$	$1,072 \cdot 10^{301}$

как со временем платформа в любом случае начинает аккумулировать «вредные» контакты — спамы, навязчивую рекламу, мошеннические контакты и т. д. Авторы предложили формулу, которая соответствует закону Ципфа: $n \cdot \lg(n)$, что является критическим различием для инвесторов [Briscoe, Odlyzko, Tilly, 2006].

Пример оценки роста ценности и полезности сети можно найти в табл. 1.

В случае с законом Меткалфа с добавлением каждого нового пользователя шаг общей ценности сети увеличивается на 2. Это указывает на существование полезности, которая растет в определенной прогрессии с каждым новым пользователем. Позже эта идея неоднократно подвергалась критике со стороны других исследователей. Также можно отметить, что расчет полезности сети по закону Рида при больших значениях n не представляется

возможным в виду технических ограничений.

На рис. 7 показаны графические интерпретации законов Меткалфа, Сарноффа и Рида.

Основываясь на результатах табл. 1, можно отметить, что только закон Ципфа отрицает значимость первого пользователя для полезности сети (здесь полезность для $n = 1$ равна 0): один пользователь не может создавать сети, соответственно, и полезность от сетевого эффекта равна 0. Однако далее будет предполагаться, что первый пользователь (пусть это будет разработчик платформы) все же привносит какую-то, даже небольшую, «полезность» (ценность = 0, полезность = 1), что не противоречит закону Меткалфа о полезности и ценности сети. Это может объясняться тем, что полезность, созданная первым пользователем, полезна для него самого

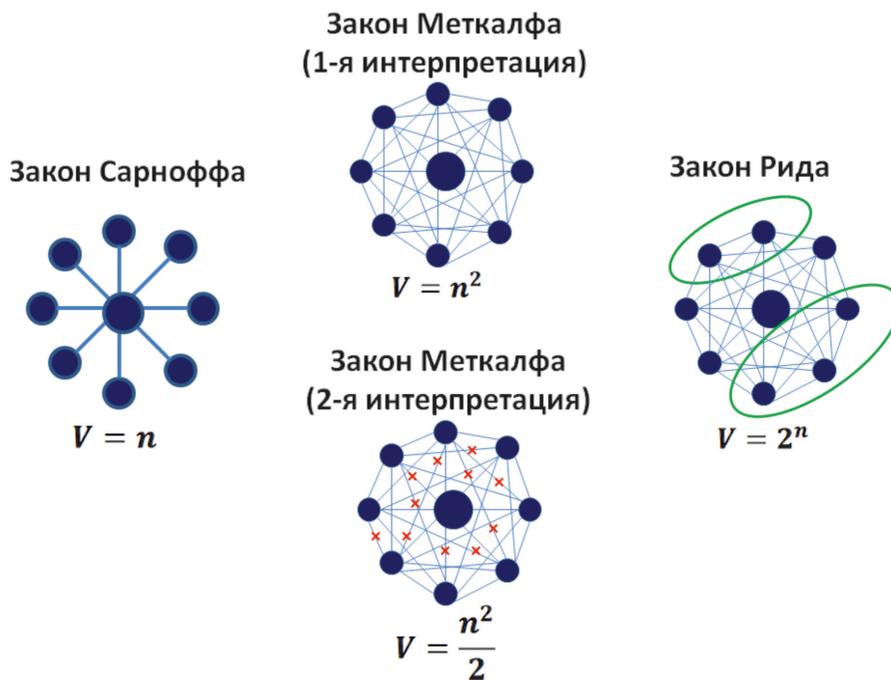


Рис. 7. Различные взгляды на сетевой эффект: интерпретации законов Меткалфа, Сарноффа и Рида

Составлено по: [Currier, 2018].

(например, она формирует для него рабочее место или, если обратиться к микроэкономической теории потребления, приносит ему удовлетворенность от работы).

Выдвигается следующая гипотеза. На первом этапе развития сети (и платформы в целом) действует закон Сарноффа (рис. 8): идет медленный процесс наращивания аудитории. На втором этапе вступает в силу закон Меткалфа — наиболее важными становятся содержание, передаваемая информация, идет борьба за готовый продукт. На третьем этапе действует закон Рида: значимыми являются не продукты, а средства производства, т. е. возможность участвовать и организовываться, ценятся наборы [Dolgoryatova, Shilyaeva, 2017]. Переходы от одного закона сетевых эффектов к другому продемонстрированы на рис. 9.

Сетевые эффекты также являются важными компонентами функционирования блокчейн-систем и влияют на масштабируемость сетей (пропускную способность) [Koens, Van Aubel, Poll, 2021; Schär, 2021]. Они усиливают устойчивость блокчейн-протоколов, создавая взаимосвязь между ростом числа пользователей и увеличением функциональности платформ. Успешные и широко используемые блокчейн-протоколы могут стать основой для дальнейших инноваций и разработки новых приложений, что содействует усилению сетевых эффектов и росту прибыли компании [Lynberg, Deif, 2023]. Например, в [Alabi, 2017; 2020] обнаружена связь между ценой закрытия акций Bitcoin и количеством пользователей платформы (по закону Меткалфа). Они применили экспоненциальную корневую модель в ка-

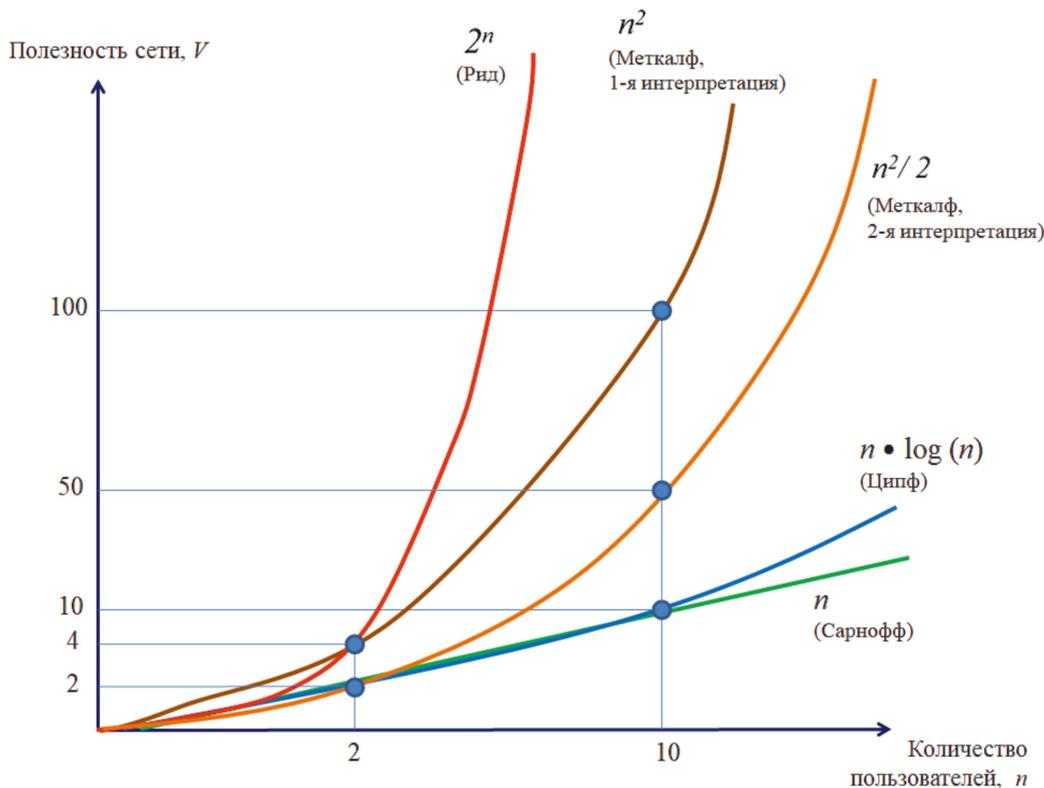


Рис. 8. Графики функций различных интерпретаций сетевых эффектов

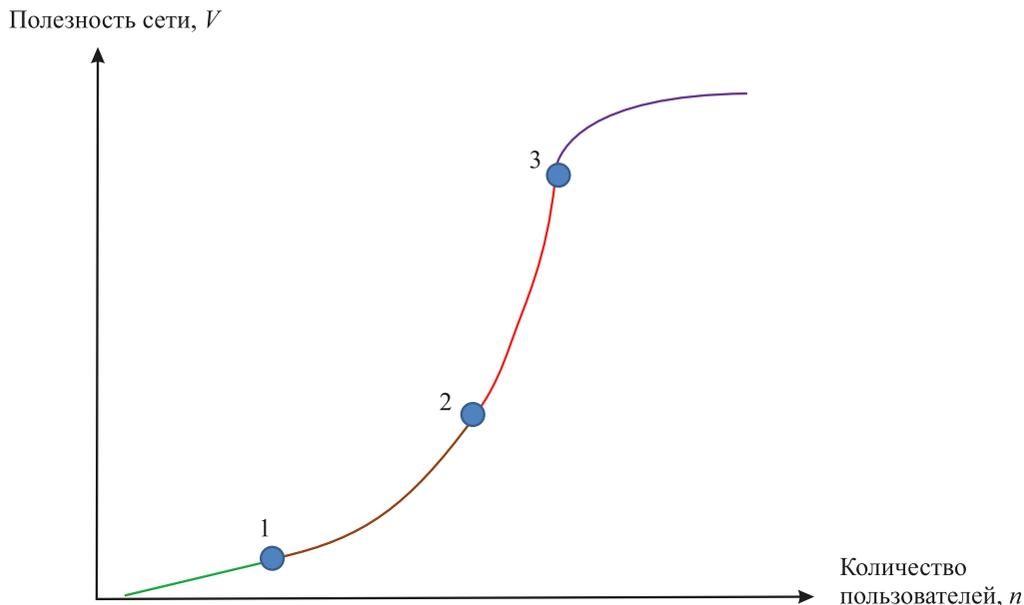


Рис. 9. Изменение скорости роста полезности сети в соответствии с концепцией сетевых эффектов
 Примечания: точки 1–3 — переход от одного закона сетевых эффектов к другому; точка 1 — от воздействия закона Сарноффа к воздействию закона Меткалфа; точка 2 — переход от закона Меткалфа к закону Рида; точка 3 — замедление роста полезности платформы, переход к закону Ципфа.

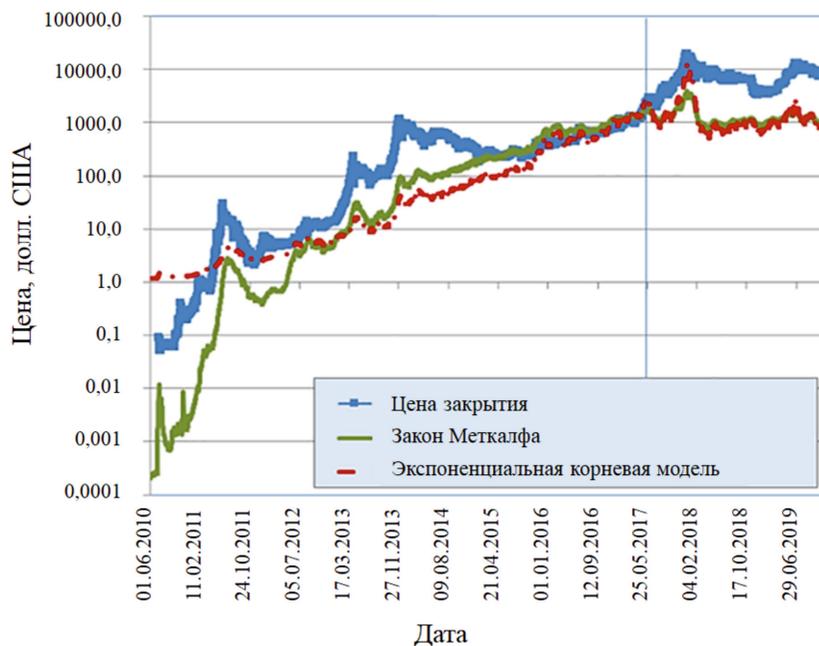


Рис. 10. Сравнение цены закрытия акции, оценки полезности по закону Меткалфа и вспомогательной экспоненциальной корневой модели

Составлено по: [Alabi, 2017, р. 2].

честве дополнительной (поддерживающей) модели (рис. 10).

Ключевая проблема сетевых эффектов, выделенная С.А. Дятловым, состоит в том, что крайне сложно линейным способом и в денежных единицах оценить нерыночную, общественно-сетевую составляющую данного феномена. В основном проблема обусловлена отсутствием какого-то одного метода и методики оценки [Дятлов, 2017]. В настоящей работе эти предпосылки принимаются и актуализируется сложившаяся в научном сообществе проблема необходимости эмпирических подтверждений тезисов о влиянии сетевых эффектов на цифровые продукты и платформы. Понимание данных законов поможет компаниям разрабатывать более эффективные стратегии роста и конкуренции на рынке в условиях цифровой трансформации организаций.

ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Разные цифровые платформы неодинаково реагируют на помехи в их сетях и на внешние шоки [Cecagnoli et al., 2012; Øverby, Audestad, 2021; Reid, Carey, 2018; Xiong et al., 2020; Wang et al., 2021]. При этом явление сетевых эффектов особенно выражено в цифровых и технологических областях, таких как социальные сети [Hendler, Golbeck, 2008] и цифровые финансовые платформы. Цифровые технологии помогают потребителям совместно создавать ценность путем содизайна, кастомизации продукта, содействия другим потребителям, используя рейтингование и собственные комментарии [Grönroos, Voima, 2013; Виханский, Каталевский, 2022].

В качестве практического примера влияния сетевых эффектов на рост полезности цифровой платформы целесообразно рассмотреть социальную сеть Facebook* и агрегированные данные DeFi-платформ.

Для решения задач исследования необходимо проанализировать два показателя — динамику количества пользователей

и изменение выручки/чистой прибыли компании. Выбор последнего показателя обусловлен следующей догмой микроэкономической теории: если пользователи платформы стремятся максимизировать собственную полезность от платформы, то компании — свои выручку и чистую прибыль. При этом исследование сопряжено с такими трудностями (ограничениями), как:

- разная активность аудитории: необходимо учитывать ежедневную и ежемесячную активность (соответственно DAU и MAU);
- нестабильность данных из-за наличия «мертвых» (неактивных) аккаунтов.

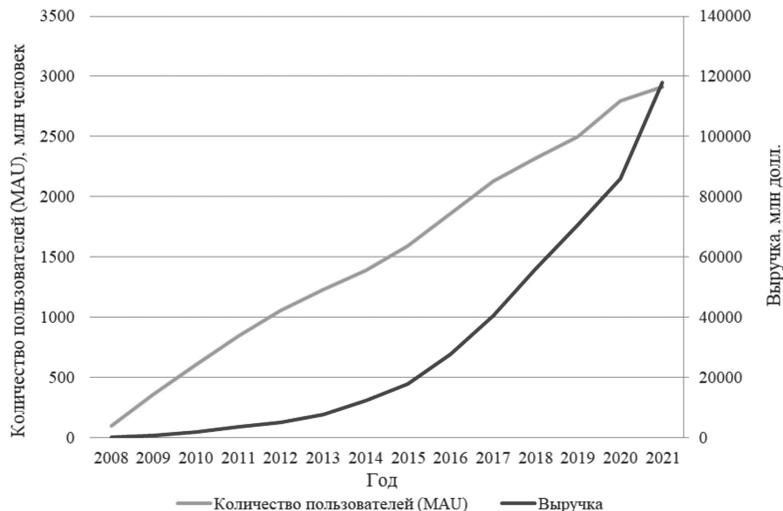
Для решения первой проблемы в работе анализируются DAU и MAU как независимые переменные регрессионной модели. Устранение второй проблемы затруднительно ввиду сложности причисления того или иного аккаунта в неактивные [Forbes, 2023].

Сетевые эффекты и социальная сеть Facebook*

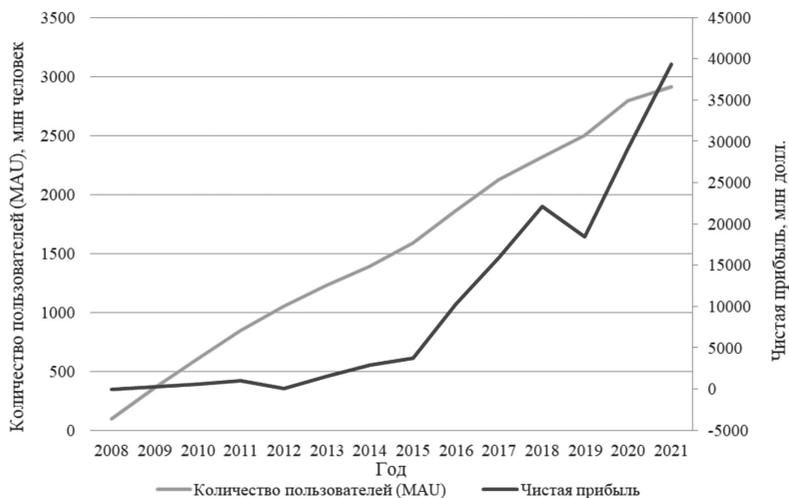
Платформа Facebook* прошла несколько стадий развития в соответствии с теорией сетевых эффектов (рис. 11).

Первая стадия обусловлена низкими темпами роста выручки и чистой прибыли — платформа Facebook* только набирает аудиторию [Gregory et al., 2020]. Можно выдвинуть гипотезу о том, что на этой стадии работает преимущественно закон Сарноффа — линейный рост полезности платформы. Важно отметить, что чистая прибыль здесь может иметь отрицательные значения. Для развития платформы в виде социальной сети необходимы солидные инвестиции (как маркетинговые, так и технологические), например, для решения проблемы стабильности связи и пропускной способности/масштабируемости.

* Продукт компании Meta, деятельность которой признана экстремистской в Российской Федерации.



(а) Динамика количества пользователей (MAU) и выручки компании



(б) Динамика количества пользователей (MAU) и чистой прибыли компании

Рис. 11. Корреляция между количеством пользователей платформы Facebook* и выручкой/чистой прибылью компании

Составлено по: [Statista, 2022a, b].

Вторая стадия показывает ускорение темпов роста как аудитории, так и выручки/чистой прибыли. При этом чистая прибыль все еще может иметь отрицательные значения. Целесообразно высказать гипотезу о том, что начинает работать закон Меткалфа, но с переборами — линейная форма функции сменяется параболой, и наоборот.

* Продукт компании Meta, деятельность которой признана экстремистской в Российской Федерации.

Третья стадия характеризует продолжающееся увеличение численности аудитории. Выручка и чистая прибыль показывают рост более быстрыми темпами в параболической форме. Можно сформулировать гипотезу, что на этой стадии усиливается влияние закона Меткалфа, что обусловлено снижением количества перебоев в действии закона.

Четвертая стадия демонстрирует «насыщение» платформы. Новая аудитория

Таблица 2

Сравнение показателей регрессионной статистики: модели MAU и модели DAU

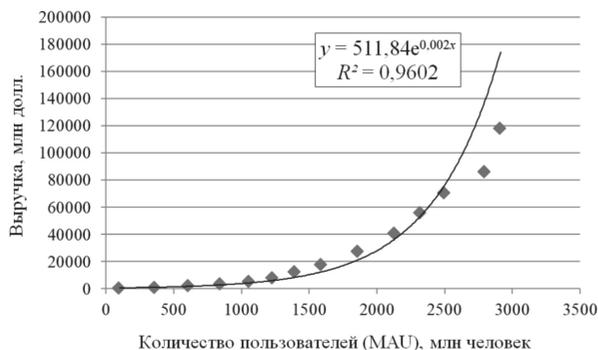
Показатель	Регрессионная статистика			
	Выручка (MAU)	Выручка (DAU)	Чистая прибыль (MAU)	Чистая прибыль (DAU)
R^2	0,828	0,894	0,811	0,8898
R^2 скорр.	0,814	0,882	0,795	0,878
Стандартная ошибка	16 066,31	12 991,45	5765,998	4584,739
Количество наблюдений	14	11	14	11
Степень свободы	12	9	12	9
Корреляция	0,91	0,95	0,90	0,94

Таблица 3

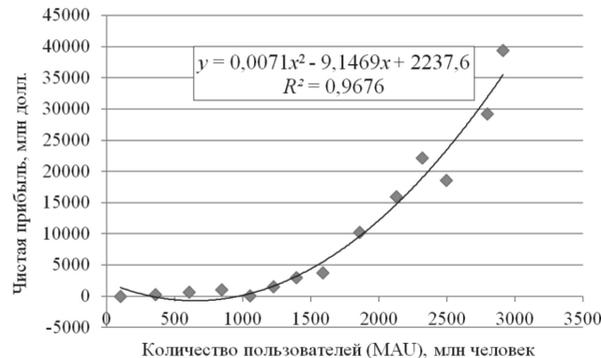
Анализ коэффициентов для моделей MAU и моделей DAU: зависимая переменная в виде выручки и чистой прибыли

Модель	Коэффициент	Стандартное отклонение	t -статистика	p -value	95%-й доверительный интервал		
					Нижняя граница	Верхняя граница	
<i>Зависимая переменная — выручка</i>							
MAU	У-пересечение	-26 072,9**	8767,6	-2,97	0,0121	-45 175,8	-6969,9
	Количество аудитории (MAU)	37,5***	4,9	7,6	0,00001	26,8	48,3
DAU	У-пересечение	-47 026,8***	10 781,3	-4,4	0,0018	-71 415,7	-22 637,9
	Количество аудитории (DAU)	72,04***	8,3	8,7	0,00001	53,3	90,7
<i>Зависимая переменная — чистая прибыль</i>							
MAU	У-пересечение	-9295,6**	3146,6	-2,95	0,0121	-16 151,4	-2439,8
	Количество аудитории (MAU)	12,7***	1,8	7,2	0,00001	8,83	16,5
DAU	У-пересечение	-17 090,9***	3804,8	-4,5	0,002	-25 697,9	-8483,97
	Количество аудитории (DAU)	24,87***	2,9	8,53	0,00001	18,3	31,5

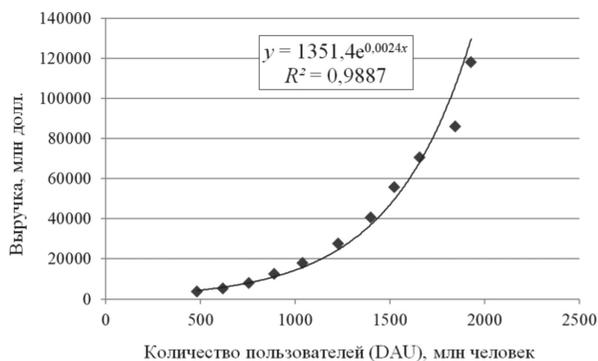
Примечания: ** — коэффициент значим на уровне 5 %; *** — коэффициент значим на уровне 1 %.



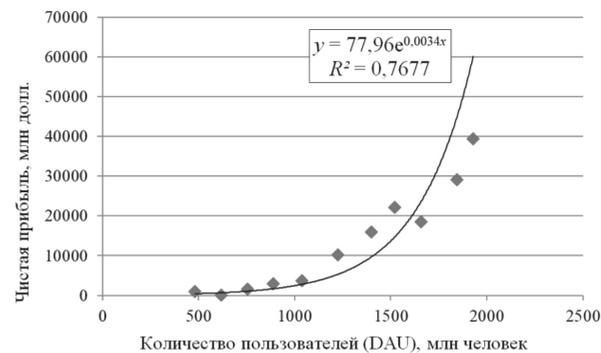
(а) Точечный график соотношения выручки и активных пользователей (за месяц, MAU) с экспоненциальным трендом



(б) Точечный график соотношения чистой прибыли и активных пользователей (за месяц, MAU) с полиномиальным трендом



(в) Точечный график соотношения выручки и активных пользователей (за день, DAU) с экспоненциальным трендом



(г) Точечный график соотношения чистой прибыли и активных пользователей (за день, DAU) с экспоненциальным трендом

Рис. 12. Экспоненциальные регрессионные модели

Примечания: на рис. 12б вместо экспоненциальной использована полиномиальная функция, поскольку исходные данные содержат отрицательные значения; на графиках также представлены формулы регрессий и значения R^2 .

растет не так быстро, как на третьей стадии. Однако выручка продолжает динамично увеличиваться. Следовательно, каждый дополнительно привлеченный пользователь платформы приносит значительный вклад в полезность платформы. Можно предложить гипотезу о том, что на этой стадии начинают проявляться элементы закона Риды.

Пятая стадия вызвана замедлением роста аудитории и выручки/чистой прибыли и еще не настала для Facebook*. В дальней-

* Продукт компании Meta, деятельность которой признана экстремистской в Российской Федерации.

шем можно проверить гипотезу о том, что если компания окажется на данной стадии, то исследователи смогут отметить характеристики закона Ципфа. Существует еще один фактор, влияющий на качество и динамичность сетевых эффектов, — слияния и поглощения. Однако для упрощения моделирования он здесь игнорируется, но может быть рассмотрен в дальнейшем.

Сравнение регрессионных статистик для MAU и DAU с зависимыми переменными в виде выручки и чистой прибыли представлено в табл. 2.

Важно отметить высокое значение показателя R^2 в моделях с MAU и в моделях

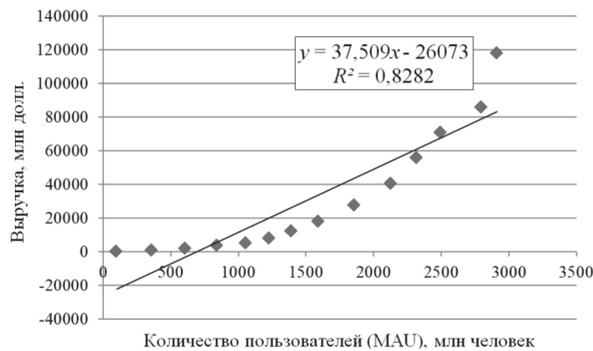
с DAU (для выручки и чистой прибыли). Показатель количества пользователей оказался значимым на уровне значимости 1 % во всех моделях для DAU и для MAU (табл. 3). У-пересечение в случае MAU является значимым при 5 %, в случае DAU — при 1 %.

На рис. 12 показаны визуализированные регрессионные модели для экспоненциальной регрессии, а на рис. 13 — для парной линейной регрессии.

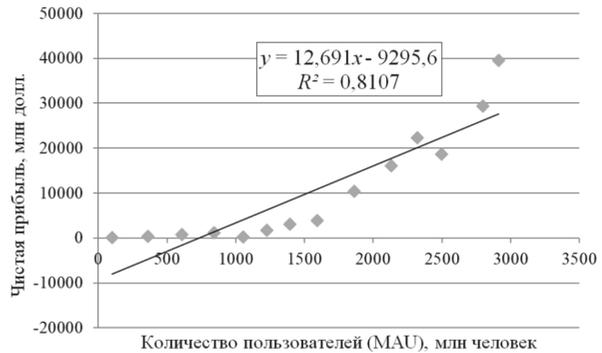
Регрессии построены для моделей с зависимой переменной в виде выручки или чистой прибыли с включением факторов MAU или DAU. Для модели с зависимой

переменной в виде чистой прибыли и с коэффициентом MAU создать экспоненциальную регрессионную модель не представляется возможным, поскольку значения чистой прибыли на начальных этапах разработки платформы имели отрицательные значения. Поэтому вместо экспоненциальной функции была создана полиномиальная функция второго порядка. В трех из четырех случаев экспоненциальная регрессия продемонстрировала лучшие показатели R^2 , чем линейная регрессия.

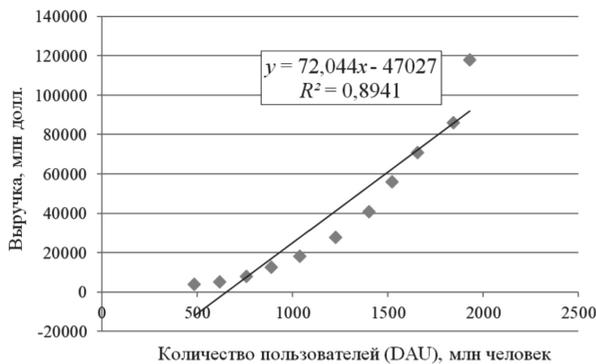
Согласно значениям R^2 , лучшей экспоненциальной моделью является модель



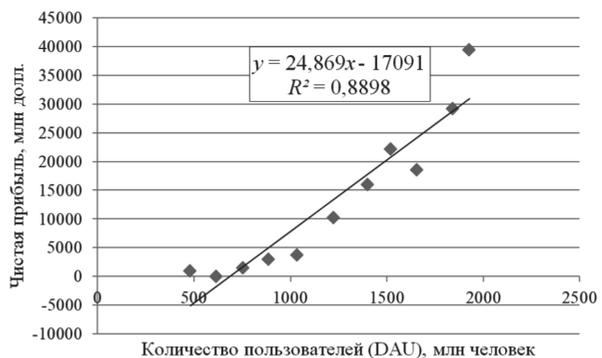
(а) Точечный график соотношения выручки и активных пользователей (за месяц, MAU) с линейным трендом



(б) Точечный график соотношения чистой прибыли и активных пользователей (за месяц, MAU) с линейным трендом



(в) Точечный график соотношения выручки и активных пользователей (за день, DAU) с линейным трендом



(г) Точечный график соотношения чистой прибыли и активных пользователей (за день, DAU) с линейным трендом

Рис. 13. Линейные регрессионные модели

Примечание: на графиках также представлены формулы регрессий и значения R^2 .

с зависимой переменной «выручка» с коэффициентом DAU, худшей — модель с зависимой переменной «чистая прибыль» с коэффициентом DAU. Однако даже для худшей модели показатель R^2 остается довольно высоким (0,77). В случае линейных регрессий наилучшей моделью является модель с зависимой переменной «выручка» с коэффициентом DAU, наихудшей моделью — модель с зависимой переменной «чистая прибыль» с коэффициентом MAU. В то же время R^2 во всех случаях является стабильно высоким (выше 0,8).

Таким образом, согласно закону Меткалфа, количество пользователей как в ежедневном, так и в ежемесячном выражении существенно влияет на выручку и чистую прибыль. Кроме того, количество пользователей объясняет большую часть различий (дисперсии, разброса) в моделях MAU и DAU. Полученные эмпирическим путем результаты демонстрируют, что с помощью концепции сетевых эффектов можно пронаблюдать стадии развития цифровой платформы.

В данном исследовании подразумевается, что каждый участник платформы взаи-

модействует с другими участниками с коэффициентом s (согласно формуле оценки ценности сети по закону Меткалфа), который по умолчанию равен 1. Однако отдельные участники платформы (например, разработчики, рекламодатели, публицисты и т. д.) благодаря косвенным сетевым эффектам могут иметь больший коэффициент s . При плавающем коэффициенте s полезность платформы может оказаться выше, чем при фиксированном, что может повысить полезность платформы. Этот тезис необходимо рассмотреть в дальнейших исследованиях.

Сетевые эффекты и DeFi-платформы

Число пользователей децентрализованных финансов (DeFi) по состоянию на июнь 2021 г. выросло до 3 млн человек [Банк России, 2022; OECD, 2022]. На рис. 14 показана динамика количества пользователей DeFi (агрегированные данные) с декабря 2017 г. по апрель 2022 г.

В результате активного внедрения блокчейн-систем в повседневную жизнь

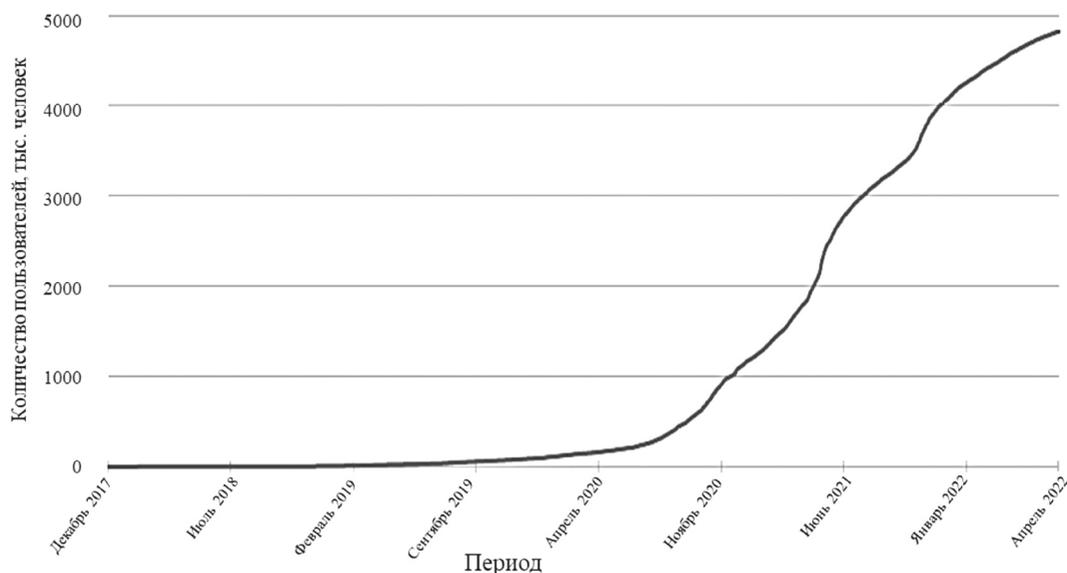


Рис. 14. Динамика количества пользователей в DeFi, декабрь 2017 г. — апрель 2022 г.
Составлено по: [Банк России, 2022].



Рис. 15. Общая рыночная капитализация платформ DeFi
 Составлено по: TradingView. URL: <https://www.tradingview.com/symbols/TOTALDEFI/>
 (дата обращения: 08.08.2023).

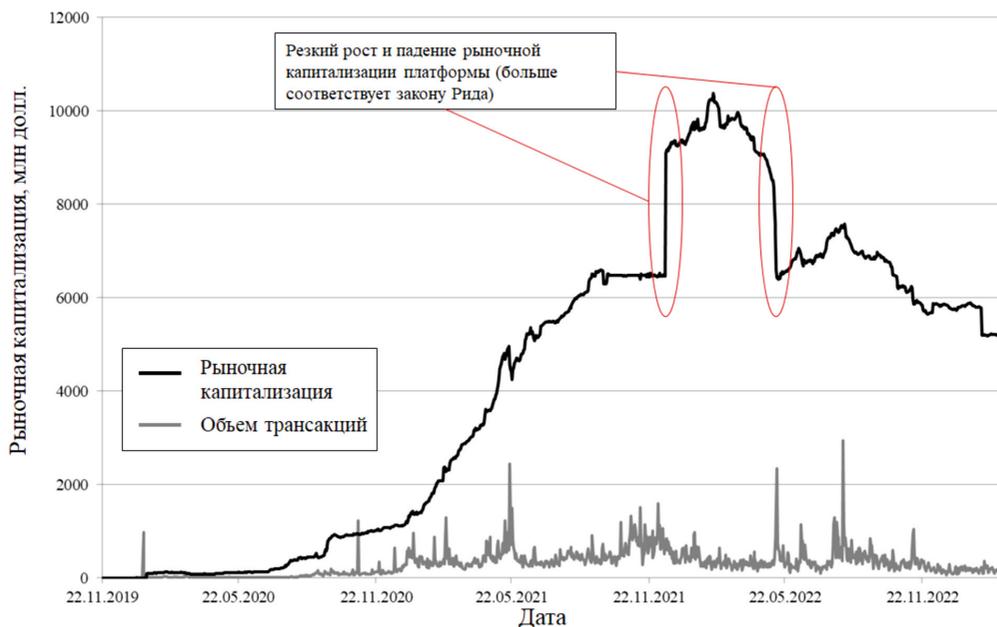


Рис. 16. Динамика объемов рыночной капитализации и объема транзакций DAI
 Составлено по: CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/currencies/multi-collateral-dai/historical-data/> (дата обращения: 08.08.2023).

число взаимодействий распределенных узлов значительно возрастет, что увеличит нагрузку на энергосистему. Как отмечалось, сетевые эффекты могут иметь разнонаправленное воздействие в контексте полезности — увеличивать полезность для пользователей, но снижать полезность сети. Для DeFi это становится актуальным критерием развития.

На рис. 15 и 16 в качестве примеров показаны общая рыночная капитализация платформ DeFi и динамика объемов транзакций с данными о рыночной капитализации стейблкоина DAI. Согласно рис. 15, период до июля 2020 г. демонстрирует в основном линейный рост аудитории, в то время как далее видна тенденция, которая явно отличается от линейной. Яркая особенность децентрализованных платформ — возникновение неопределенности и турбулентности на срединных этапах развития. Важно отметить, что оценки капитализации и объемов транзакций являются не единственными факторами, которые можно рассмотреть для подтверждения выводов о влиянии сетевых эффектов на DeFi-платформы. В настоящем исследовании выбор исследуемых факторов обусловлен преимущественно доступностью данных.

Сетевые эффекты в блокчейн-платформах имеют свои особенности в контексте бизнес-процессов и бизнес-моделей, поэтому следует назвать ключевые этапы, которые проходит платформа в рамках своего развития:

- набор аудитории с низким уровнем выручки/прибыли/рыночной капитализации;
- ускорение набора аудитории и выручки/прибыли/рыночной капитализации;
- внезапный всплеск роста аудитории и выручки/прибыли/рыночной капитализации;
- снижение скорости набора аудитории и экономических показателей.

Кроме того, необходимо выделить особенности цифровых платформ:

- наличие внезапных всплесков роста аудитории и экономических показателей;

- влияние количества аудитории на масштабируемость/пропускную способность платформы.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе цифровая платформа рассматривается как объединяющая разнородные группы пользователей с различными интересами и целями. Существуют и другие определения данного термина. Например, иная трактовка дается в [Staub et al., 2021, p. 6163]: «Цифровые платформы — это технические базовые артефакты, дополненные периферийными сторонними дополнительными ресурсами, облегчающими взаимодействие и кооперацию различных участников за счет высокоэффективного подбора ресурсов». В данном контексте сетевые эффекты все еще продолжают оставаться актуальными, однако их интерпретация немного изменяется — появляются дополнительные компоненты в виде «ресурсов», а логика платформы становится более централизованной (возникают ядро и периферия).

В рамках исследования разнородным группам пользователей присваивался один и тот же вес (коэффициент $c = 1$), что выступает явным допущением, так как участниками — игроками платформы могут быть лица, вносящие разный вклад в полезность и ценность платформы. Ключевыми игроками платформы социальной сети являются пользователи, разработчики, рекламодатели и издатели [Larson, Vieregger, 2019; Zhang, Liu, Xu, 2015]. Различные заинтересованные стороны используют платформу социальной сети по-разному. Например, рекламодатели — для распространения рекламной информации, а разработчики — для сбора данных. Можно предположить, что и вклад в рост полезности и ценности они вносят неодинаковый. Этот факт можно учесть, например, в рамках метода присвоения коэффициенты c разных весов для различных категорий пользователей цифровых платформ.

Цифровые платформы можно рассмотреть с других сторон — как инструментальные (программные или программно-аппаратные комплексы: Java, Android OS, iOS и т. д.), инфраструктурные (связанные с экосистемами участников рынков информатизации: General Electric Predix, ESRI ArcGIS и т. д.) и прикладные продукты (бизнес-модели, предоставляющие возможности алгоритмизированного обмена ценностями между пользователями: Uber, Avito и т. д.)⁵. В данной работе представлены прикладные платформы, что напрямую вытекает из предложенного нами определения цифровых платформ.

В статье [Kirillova et al., 2021] авторы приводят классификацию цифровых продуктов с учетом четырех критериев — функциональных особенностей, экономических моделей, технологий и отраслей промышленности. Различные цифровые платформы могут по-разному реагировать на внешние шоки и предпринимать неодинаковые действия для нивелирования существующих угроз. Также разные типы цифровых платформ могут использовать различные инструменты для привлечения новых пользователей. Выделяемые этапы развития платформ в контексте сетевых эффектов необходимо проверить на более зрелых цифровых платформах (для подтверждения достоверности и валидации). На поздних этапах предположительно будет доминировать закон Ципфа.

Несмотря на то что количество пользователей платформы хорошо объясняет зависимую переменную (выручку/чистую прибыль платформы), нельзя исключать существования других значимых переменных. Исследователи рассматривают механизмы получения прибыли цифровыми платформами — «на прибыльность цифровых платформ влияют такие факторы, как рыночная среда, окружение платформы, категории услуг платформы и

команды/решения высшего руководства» [Deng et al., 2022, p. 11].

Интересной особенностью концепции сетевых эффектов является ее применимость для моделирования многих процессов, например: межорганизационных сетей [Соловьев, Шайдуллин, 2024], цифрового протекционизма [Шайдуллин, 2024], интероперабельности цифровых валют [Чапышев, Шайдуллин, 2024] и т. д. В статье [Чапышев, Шайдуллин, 2024] авторы при помощи агентной имитационной модели строят модели финансового рынка России после внедрения цифровой валюты Центрального банка (ЦВЦБ). Они выявляют, что в зависимости от степени влияния сетевых эффектов спрос на ЦВЦБ может существенно различаться. В [Соловьев, Шайдуллин, 2024] используется междисциплинарный подход, объединяющий сетевую теорию и концепцию сетевых эффектов для оценки ценности партнеров из разных географических регионов. Предложенная идея позволяет менеджерам применять дополнительный аналитический показатель при принятии решений об изменениях в сети партнеров компании.

Кроме того, в отдельных статьях описывались иные технологии с включенными косвенными сетевыми эффектами для эмпирического анализа. Например, в [Garcia-Swartz, Garcia-Vicente, 2015] анализируется роль косвенных сетевых эффектов в объяснении динамического поведения платформы iPhone при помощи построения регрессионных моделей с наборами временных рядов. Авторы обнаружили взаимосвязи между потоками (журналом поставок iPhone, журналом отправки приложений и журналом гедонистических цен), а также между запасами (количеством пользователей iPhone и количеством доступных приложений). Оцененные взаимосвязи оказались статистически значимыми. Это свидетельствует о том, что косвенные сетевые эффекты действительно сыграли важную роль в росте популярности iPhone.

⁵ Цифровые платформы. URL: <https://hsbi.hse.ru/articles/tsifrovye-platformy/?ysclid=lp4hjo vw95417903733> (дата обращения: 04.09.2023).

В проведенном исследовании развитие цифровой платформы изучалось исключительно в контексте сетевых эффектов с параметром в виде количества пользователей. Для анализа феномена был рассмотрен ограниченный круг видов/подвидов цифровых платформ — платформа как социальная сеть и платформы децентрализованного финансирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Платформенные компании повышают ценность, облегчая взаимодействие между клиентами, которых отчасти привлекают внешние сетевые эффекты. С развитием Интернета все большее значение приобретает двухсторонние платформенные компании с низкими затратами на изменение статуса участника [Evans, Schmalensee, 2010].

Сетевые эффекты изучаются в разных дисциплинах, исследующих экономику, менеджмент, науку о принятии решений, информатику и т. д. Анализ литературы демонстрирует наличие различных способов оценки полезности платформ с использованием законов Меткалфа (первая и вторая интерпретации), Сарноффа, Рида, Ципфа. Установлено, что в контексте сетевых эффектов платформа проходит такие стадии развития, как внедрение технологии на рынок, достижение минимальной стоимости и необходимой критической массы пользователей, ускорение темпов роста, насыщение платформы, выход на плато, ослабление и прекращение работы платформы.

Для моделей платформ типа «социальная сеть» наиболее важным критерием является способность создавать сетевые контакты. В целях правильной оценки ценности платформы необходимо учитывать качественные сетевые контакты, которые: 1) повышают полезность узлов, вовлеченных в процесс коммуникации; 2) не являются факторами, снижающими качество сети (среди них спам, ненужная реклама, мошенничество и т. д.). Для моделей платформ типа «децентрализованные финансы» можно выделить особенности влияния сетевых эффектов на масштабируемость и пропускную способность платформы, на волатильность криптовалют.

В исследовании обобщаются некоторые существующие знания о сетевых эффектах и выдвигаются новые гипотезы для анализа. Полученные эмпирическим путем результаты демонстрируют связь между отдельными компонентами сетевых эффектов и уровнями выручки и чистой прибыли. В дальнейшем целесообразно рассмотреть возможность применения теории сетевых эффектов для промышленных В2В-сетей на контрактной основе, а также расширить понимание сетевых эффектов в контексте интероперабельности (совместимости) новых технологий/платформ с существующими продуктами, решениями и платформами. Кроме того, предлагается провести более детальный поиск значимых факторов, влияющих на рост полезности цифровой платформы и цифровых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

- Банк России. 2022. *Децентрализованные финансы*. [Электронный источник]. https://cbr.ru/Content/Document/File/141992/report_07112022.pdf (дата обращения: 02.11.2023).
- Виханский О. С., Каталевский Д. Ю. 2022. Конкурентное преимущество в эпоху цифровизации. *Российский журнал менеджмента* **20** (1): 5–27.
- Дятлов С. А. 2017. Теоретические подходы к оценке сетевых эффектов. *Современные технологии управления* **4** (76): 2–8.
- Дятлов С. А. 2014. Сетевые эффекты и возрастающая отдача в информационно-инновационной экономике.

- ционной экономике. *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета* **2** (86): 7–11.
- НИУ ВШЭ. Высшая школа бизнеса. 2021. *Цифровые платформы*. [Электронный источник]. <https://hsbi.hse.ru/articles/tsifrovye-platformy/> (дата обращения: 01.11.2023).
- Соловьев И. В., Шайдуллин А. И. 2024. Перспектива применения теории сетевых эффектов для управления межорганизационными сетями. *Журнал Новой экономической ассоциации* **2** (63): 12–33.
- Чапышев И. О., Шайдуллин А. И. 2024. Исследование проблемы интероперабельности цифровой валюты Банка России (цифрового рубля). *Деньги и кредит* **83** (1): 104–126.
- Шайдуллин А. И. 2024. Моделирование цифрового протекционизма с использованием концепции сетевых эффектов. *Информационное общество* **3**: 54–63.
- Forbes. 2023. *Цифровая смерть: зачем техногиганты удаляют мертвые аккаунты и кто этого боится*. [Электронный источник]. <https://www.forbes.ru/tekhnologii/490566-cifrova-smert-zacem-tehnogiganty-udalaut-mertvye-akkaunty-i-kto-etogo-boitsa?ysclid=lnua4ue7er219245207> (дата обращения: 04.11.2023).

REFERENCES IN LATIN ALPHABET

- Adachi T., Tremblay M.J. 2020. Business-to-business bargaining in two-sided markets. *European Economic Review* **130**. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103591>
- Adida E., Dey D., Mamani H. 2013. Operational issues and network effects in vaccine markets. *European Journal of Operational Research* **231** (2): 414–427. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.05.034>
- Aggarwal C. C., Yu P. S. 2012. On the network effect in Web 2.0 applications. *Electronic Commerce Research and Applications* **11** (2): 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2011.11.001>
- Aguilar D., Agüero A., Barrantes R. 2020. Network effects in mobile telecommunications markets: A comparative analysis of consumers' preferences in five Latin American countries. *Telecommunications Policy* **44** (5). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101972>
- Alabi K. 2017. Digital blockchain networks appear to be following Metcalfe's law. *Electronic Commerce Research and Applications* **24**: 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2017.06.003>
- Alabi K. 2020. A 2020 perspective on "Digital blockchain networks appear to be following Metcalfe's law". *Electronic Commerce Research and Applications* **40**. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.100939>
- Anand A., Brix J. 2021. The learning organization and organizational learning in the public sector: A review and research agenda. *The Learning Organization*. <https://doi.org/10.1108/tlo-05-2021-0061>
- Anand A., Kringelum L. B., Madsen C., Selivanovskikh L. 2021. Interorganizational learning: A bibliometric review and research agenda. *Learning Organization* **28** (2): 111–136.
- Asadullah A., Faik I., Kankanhalli A. 2018. Digital platforms: A review and future directions. In: *PACIS 2018 Proceedings*.
- Barauskaite K., Nguyen A. D. M. 2021. Direct and network effects of idiosyncratic TFP shocks. *Empirical Economics* **60** (6): 2765–2793. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-02009-9>
- Boudreau K., Jeppesen J. 2015. Unpaid crowd complementors: The platform network effect mirage. *Strategic Management Journal* **36** (12): 1761–1777.
- Briscoe B., Odlyzko A., Tilly B. 2006. Metcalfe's law is wrong-communications networks increase in value as they add members-but by how much? *IEEE Spectrum* **43** (7): 34–39.
- Ceccagnoli M., Forman C., Huang P., Wu D. J. 2012. Cocreation of value in a platform ecosystem: The case of enterprise software.

- MIS Quarterly: Management Information Systems* **36** (1): 263–290. <https://doi.org/10.2307/41410417>
- Chow J. Y. J., Sayarshad H. R. 2016. Reference policies for non-myopic sequential network design and timing problems. *Networks and Spatial Economics* **16** (4): 1183–1209. <https://doi.org/10.1007/s11067-015-93155>
- Chu J., Manchanda P. 2016. Quantifying cross and direct network effects in online consumer-to-consumer platforms. *Marketing Science* **35** (6): 870–893. <https://doi.org/10.1287/mksc.2016.0976>
- Currier J. 2018. The Network Effects Bible. *Managing Partner @ NFX & the NFX team*. [Electronic resource]. <https://medium.com/@nfx/the-network-effects-bible-c6a06b8ae75b> (accessed: 02.11.2023).
- De Reuver M., Sørensen C., Basole R. C. 2018. The digital platform: A research agenda. *Journal of Information Technology* **33** (2): 124–135.
- Deng T., Qiao L., Yao X., Chen S., Tang X. 2022. A profit framework model for digital platforms based on value sharing and resource complementarity. *Sustainability* **14** (19): 1–18.
- Dolgopyatova T. G., Shilyaeva Ye. V. 2017. Network effects of lean production implementation. *Upravlenets (The Manager)* **4** (68): 14–23.
- Evans D. S., Schmalensee R. 2010. Failure to launch: Critical mass in platform businesses. *Review of Network Economics* **9** (4). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1353502>
- Garcia-Swartz D., Garcia-Vicente F. 2015. Network effects on the iPhone platform: An empirical examination. *Telecommunications Policy* **39** (10): 877–895.
- Gregory R. W., Henfridsson O., Kaganer E., Kyriakou H. 2020. The role of artificial intelligence and data network effects for creating user value. *Academy of Management Review* **46** (3). <http://dx.doi.org/10.5465/amr.2019.0178>
- Grönroos C., Voima P. 2013. Critical service logic: Making sense of value creation and co-creation. *Journal of the Academy of Marketing Science* **41** (2): 133–150.
- Hendler J., Golbeck J. 2008. Metcalfe's law, Web 2.0, and the Semantic Web. *Web Semantics* **6** (1): 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.websem.2007.11.008>
- Katz M., Shapiro C. 1985. Network Externalities, competition, and compatibility. *The American Economic Review* **75** (3): 424–440.
- Katz M. L., Shapiro C. 1986. Technology adoption in the presence of network externalities. *The Journal of Political Economy* **94** (4): 822–841.
- Katz M. L., Shapiro C. 1992. Product introduction with network externalities. *Journal of Industrial Economics* **40** (1): 55–83.
- Kirillova E., Zulfugarzade T., Blinkov O., Serova, O., Mikhaylova I. 2021. Prospects for developing the legal regulation of digital platforms. *Jurídicas Cuc* **18** (1): 35–52.
- Koh T. K., Fichman M. 2014. Multi-homing users' preferences for two-sided exchange networks. *MIS Quarterly* **38** (4): 977–996.
- Koens T., Van Aubel P., Poll E. 2021. Blockchain adoption drivers: The rationality of irrational choices. *Concurrency and Computation: Practice and Experience* **33** (8). <https://doi.org/10.1002/cpe.5843>
- Laffont J., Rey P., Tirole J. 1998. Network competition: II. Price discrimination. *The RAND Journal of Economics* **29** (1): 38–56.
- Larson E. C., Vieregger C. 2019. Teaching case: Strategic actions in a platform context: What should Facebook* do next? *Journal of Information Systems Education* **30** (2): 97–105.
- Liu X., Zhu C., Qi W., Wang J. 2022. Product line and service pricing considering negative network effects. *Computers and Industrial Engineering* **170**. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108328>
- Llanes G., Mantovani A., Ruiz-Aliseda F. 2019. Entry into complementary good markets with network effects. *Strategy Science* **4** (4): 262–282. <https://doi.org/10.1287/stsc.2019.0088>
- Lynberg L., Deif A. 2023. Network effects in blockchain and supply chain: A theoretical research synthesis. *Modern Supply Chain Research and Applications* **5** (1): 2–27.

* The product of the Meta company, whose activities are recognized as extremist in the Russian Federation.

- Metcalfe R. 1996. There oughta be a law. *The New York Times*.
- Metcalfe R. 2013. Metcalfe's law after 40 years of Ethernet. *IEEE Computer* **46** (12): 26–31. <https://doi.org/10.1109/MC.2013.374>
- Moore G. 2003. No exponential is forever: But “forever” can be delayed! In: *International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)*; 20–23.
- Nicholson B., Nielsen P., Sæbø J. 2021. Digital platforms for development. *Information Systems Journal* **31** (6): 863–868.
- OECD. 2022. Why Decentralised Finance (DeFi) Matters and the Policy Implications. *OECD*. [Electronic resource]. <https://www.oecd.org/daf/fin/financial-markets/Why-Decentralised-Finance-DeFi-Matters-and-the-Policy-Implications.pdf> (accessed: 10.09.2023).
- Ofek E., Richardson M. 2003. DotCom mania: The rise and fall of Internet stock prices. *Finance* **58** (3): 1113–1137.
- Øverby H., Audestad J.A. 2021. Multisided platforms: Classification and analysis. *Systems* **9** (4). <https://doi.org/10.3390/systems9040085>
- Pagani M. 2013. Digital business strategy and value creation: Framing the dynamic cycle of control points. *MIS Quarterly* **37** (2): 617–632.
- Parker G.G., Van Alstyne M.W. 2000. Inter-network externalities and free information goods. In: *Proceedings of the 2nd ACM Conference on Electronic Commerce*. *ACM*; 107–116.
- Parker G.G., Van Alstyne M.W. 2005. Two-sided network effects: A theory of information product design. *Management Science* **51** (10): 1494–1504.
- Parker G.G., Van Alstyne M.W., Jiang X. 2016. Platform ecosystems: How developers invert the firm. *Boston University Questrom School of Business Research Paper*.
- Reed D.P. 1999. That Sneaky Exponential — Beyond Metcalfe's Law to the Power of Community Building. *BibSonomy*. [Electronic resource]. <https://www.bibsonomy.org/bibtex/1464bc8d30233c784890db77b92bdb-c4d> (accessed: 10.09.2023).
- Reid A.E., Carey K.B. 2018. Why is social network drinking associated with college students' alcohol use? Focus on psychological mediators. *Psychology of Addictive Behaviors* **32** (4): 456–465. <https://doi.org/10.1037/adb0000374>
- Rochet J.C., Tirole J. 2003. Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association* **1** (4): 990–1029.
- Schär F. 2021. Decentralized finance: On blockchain- and smart contract-based financial markets. *FRB of St. Louis Review* **103** (2). <http://dx.doi.org/10.20955/r.103.153-74>
- Sorescu A., Sorescu S.M., Armstrong W.J., Devoldere B. 2018. Two centuries of innovations and stock market bubbles. *Marketing Science* **37** (4): 507–529. <https://doi.org/10.1287/mksc.2018.1095>
- Statista. 2022a. *Number of monthly active Facebook* users worldwide as of 4th quarter 2023*. [Electronic resource]. <https://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/> (accessed: 10.07.2023).
- Statista. 2022b. *Annual revenue and net income generated by Meta Platforms** from 2007 to 2023*. [Electronic resource]. <https://www.statista.com/statistics/277229/facebooks-annual-revenue-and-net-income/> (accessed: 10.07.2023).
- Staub N., Haki K., Aier S., Winter R. 2021. Taxonomy of digital platforms: A business model perspective. In: *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences*; 6163–6172.
- Tan B., Pan S.L., Lu X., Huang L. 2015. The role of IS capabilities in the development of multi-sided platforms: The digital ecosystem strategy of alibaba.com. *Journal of the Association for Information Systems* **16** (4): 248–280.
- Van Hove L. 2016. Testing Metcalfe's law: Pitfalls and possibilities. *Information Economics and Policy* **37**: 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2016.09.001>

* The product of the Meta company, whose activities are recognized as extremist in the Russian Federation.

** Meta is recognized as an extremist organization in the Russian Federation.

- Wang W., Lyu G., Cui W., Li Y. 2021. Strategic technology commercialization in the supply chain under network effects. *International Journal of Production Economics* **231**. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107895>
- Xiong Z., Niyato D., Wang P., Han Z., Zhang Y. 2020. Dynamic pricing for revenue maximization in mobile social data market with network effects. *IEEE Transactions on Wireless Communications* **19** (3): 1722–1737. <https://doi.org/10.1109/TWC.2019.2957092>
- Zhang X.-Z., Liu J.-J., Xu Z.-W. 2015. Tencent and Facebook* data validate Metcalfe's law. *Journal of Computer Science and Technology* **30** (2): 246–251. <https://doi.org/10.1007/s11390-015-1518-1>
- Ye G., Priem R.L., Alshwer A.A. 2012. Achieving demand-side synergy from strategic diversification: How combining mundane assets can leverage consumer utilities. *Organization Science* **23** (1): 207–224.

TRANSLATION OF REFERENCES IN RUSSIAN INTO ENGLISH

- Bank of Russia. 2022. *Decentralized finance*. [Electronic resource]. https://cbr.ru/Content/Document/File/141992/report_07112022.pdf (accessed: 02.11.2023). (In Russian)
- Vihansky O.S., Katalevsky D.Y. 2022. A competitive advantage in the era of digitalization. *Russian Management Journal* **20** (1): 5–27. (In Russian)
- Dyatlov S.A. 2017. Theoretical approaches to the assessment of network effects. *Modern management technologies* **4** (76): 2–8. (In Russian)
- Dyatlov S.A. 2014. Network effects and increasing returns in the information and innovation economy. *Proceedings of the St. Petersburg State University of Economics* **2** (86): 7–11. (In Russian)
- HSE University. Graduate School of Business. 2021. *Digital platforms*. [Electronic resource]. <https://hsbi.hse.ru/articles/tsifrovye-platformy/> (accessed: 01.11.2023). (In Russian)
- Soloviov I.V., Shaidullin A.I. 2024. The prospect of the theory of network effects for analyzing inter-organizational networks. *Journal of the New Economic Association* **2** (63): 12–33. (In Russian)
- Chapyshev I., Shaidullin A. 2024. Study of the problem of interoperability of the bank of Russia's digital currency. *Russian Journal of Money and Finance* **83** (1): 104–126. (In Russian)
- Shaidullin A.I. 2024. Modeling digital protectionism using the concept of network effects. *Information Society* **3**: 54–63. (In Russian)
- Forbes. 2023. *Digital death: why tech giants delete dead accounts and who is afraid of it*. [Electronic resource]. <https://www.forbes.ru/tekhnologii/490566-cifrova-smert-zacem-tehnogiganty-udalaut-mertvye-akkaunty-ikto-etogo-boitsa?ysclid=lnua4ue7er219245207>. (accessed: 04.11.2023). (In Russian)

*Статья поступила в редакцию
21 октября 2023 г.
Принята к публикации
2 сентября 2024 г*

* The product of the Meta company, whose activities are recognized as extremist in the Russian Federation.

The impact of network effects on digital platforms: Theoretical positions and empirical analysis

A. I. Shaidullin

HSE University, Russia

Purpose: to examine the impact of network effects on the growth of the digital platforms utility. **Methodology:** the following research methods were used: a brief bibliometric analysis to identify research clusters (via VOSviewer software); a review of the most cited scientific articles on the research topic; statistical and econometric methods of collecting and processing information with the construction of regression models. **Findings:** the paper summarizes the existing knowledge about network effects and provides examples of the digital platforms utility growth using the theory of network effects. **Originality and contribution:** the study describes the stages of development of digital platforms in terms of network effects. The empirical analysis allowed the authors to confirm the hypothesis about the significant impact of network effects on the growth of digital platforms' utility and to deduce the additional hypotheses for further research. Managers can use the findings about network effects and approaches for the purpose of modeling the platform utility assessment, as well as to analyze the stages of the technological cycle which the platform is currently undergoing.

Keywords: network effects, digital platforms, decentralized finance, DeFi, blockchain systems, social networks, utility.

For citation: Shaidullin A. I. 2024. The impact of network effects on digital platforms: Theoretical positions and empirical analysis. *Russian Management Journal* **22** (3): 401–429. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.303> (In Russian)

Для цитирования: Шайдуллин А. И. 2024. Влияние сетевых эффектов на цифровые платформы: теоретические положения и эмпирический анализ. *Российский журнал менеджмента* **22** (3): 401–429. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.303>

Initial Submission: October 21, 2023

Final Version Accepted: September 2, 2024