

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

УДК 339.13:330.4

DOI: 10.26456/2219-1453/2026.2.204-211

Применение дифференциального уравнения Басса для анализа рынка сетевого маркетинга MLM

Ю.В. Кузнецова, А.В. Смирнов

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В последние годы с развитием информационных технологий произошел рост сетевого рынка. Множество научных публикаций посвящены феномену сетевого рынка как альтернативы традиционным методам продвижения продукта до конечного потребителя, однако, несмотря на тенденцию роста, сетевой рынок, в структуре отечественной экономике недостаточно исследован, практически отсутствует его математическое описание. Авторы сделали попытку применить для деятельности сетевого маркетинга (MLM) дифференциальное уравнение Басса при критически высоком значении коэффициента имитации. В данной статье рассмотрено аналитическое решение модели Басса, которое удовлетворительно описывает стадии развития MLM-структур.

Ключевые слова: сетевой маркетинг MLM-структуры, дифференциальное уравнение Басса, сетевой рынок, конкуренция

Современный рынок характеризуется наличием огромного числа товаров заменителей, что вынуждает производителей искать новые методы и технологии доступа к конечному потребителю. К одной из таких технологий можно отнести сетевой маркетинг, который в настоящее время без преувеличения, является частью мировой индустрии, что подтверждается прогнозом, сделанным более четверти века назад «гуру» маркетинга Ф. Котлером: «В XXI веке в области маркетинга произойдут революционные изменения, которые коснутся не только его структуры, но и форм работы с потребителями. Под влиянием быстро меняющегося общества, в котором все более активную роль играют знания, компании на протяжении всего XX века стали активно участвовать в различных сетевых формах сотрудничества, таких как внутренние, вертикальные, межрыночные и потребительские сети» [7]. Опираясь на тезис о росте возможности сетевых технологий, существует предположение, что сетевая экономика – это качественно новая форма экономического порядка, которая активно вытесняет традиционные рыночные формы экономических отношений в обществе. Возникновение сетевых особенностей в рыночной экономике, связанных, в частности, с развитием информационных технологий, приводит к эволюции рыночной системы, последствия которой в

экономической литературе недостаточно исследованы. Так, например, один из ведущих отечественных экономистов Н.М. Розанова, провела исследование трансформации сетевого рынка, однако формализация оценки рынка: «В отличие от прежней эпохи разрозненного предоставления сетевых услуг, новейшие тенденции, начиная с телевидения, показывают, что границы сетевых рынков становятся расплывчатыми, ранее отдельные сетевые отрасли трансформируются в отнюдь не самостоятельные сегменты единого мультимедийного пространства, в котором поставщик любого ИТ-продукта конкурирует с любыми другими поставщиками. Сетевой рынок из высококонцентрированного монополизированного эволюционирует в высококонкурентную, фрагментированную структуру, в рамках которой все большее значение приобретает ценовая конкуренция» [5, с. 81].

В массиве экономической литературы по сетевому маркетингу большое внимание уделяется, как правило, или вопросам прикладного значения: методы построения дистрибьюторских сетей, мотивации дистрибьюторов, или вопросам, исследования механизма функционирования сетевого рынка как альтернативы традиционным методам торговли. В то же время в научной литературе не рассматривается прогноз перспективы развития рынка сетевого маркетинга, основанного на применении математических моделей.

Применение математических моделей для исследования сетевого рынка необходимо по ряду причин: произвести количественную оценку роста аудитории или числа участников сети; предсказать динамику цен или объемы продаж; выявить скрытые закономерности особенно для многосторонних платформ, где взаимодействуют различные группы участников; рационально распределить ресурсы на рынке и пр. [1, 149–152].

Принцип необходимости применения и дальнейшего совершенствования методов прогноза для исследования рынков, как указывает А.А. Васильев, предполагает использование комбинированных моделей [2, с. 316–331].

Особый интерес представляет верификация прогнозов о состоянии рынка сетевого маркетинга с точки зрения математической модели, поскольку в научной литературе опубликованы лишь экономические модели MLM [4, с. 10]. Применение математических моделей для исследования сетевого рынка необходимо по ряду причин, связанных со сложностью систем, необходимостью прогнозирования, оптимизации решений и анализа динамических процессов

MLM (Multi-Level Marketing) — это технология продажи продукта через сеть независимых продавцов (дистрибьюторов), доходы которых складываются от оборота привлеченных ими новых продавцов и, соответственно, роста количества продаж в зависимости от установленных правил мотивации каждого участника

Сегодня сетевой рынок в России переживает трансформацию. Это связано и со сложившейся экономической ситуацией, и с появлением новых IT-технологий. Элементы сетевых продаж сегодня широко используют и в традиционном бизнесе: различные партнерские программы, кешбэк, промокоды и краудфандинг по рекомендациям фирмы и пр. Так, например, в 2024–2025 гг. **более 23 % онлайн-покупок привлекались через кэшбэк-канал [3]**. Такие инструменты помогают существенно повышать продажи и расширять клиентскую базу без больших затрат на рекламу.

В связи с этим, считаем актуальным применение дифференциального уравнения Басса для описания MLM-структур и проведение анализа. Модель Басса — это математическая модель, разработанная Фрэнком Бассом в 1969 г. для описания процесса распространения новых продуктов или инноваций на рынке. Она учитывает два ключевых эффекта, влияющих на принятие инновации потребителями: **эффект рекламы** (внешний эффект, обусловленный внешней обстановкой) и **эффект межличностной коммуникации** (внутренний эффект взаимовлияния между участниками системы) [9].

История сетевого маркетинга или многоуровневого маркетинга (МЛМ-маркетинг) началась в 1930-х гг. Основателем концепции является Карл Ренборг, который впервые предложил продажи витаминов по рекомендации, от «уст в уста», т.е. в кругу друзей. Созданная Карлом Ренбергом компания доросла до глобальной индустрии с многомиллионным оборотом, поскольку ему удалось внедрить революционную систему выплат, где дистрибьюторы получают вознаграждение не только за личные продажи, но и за продажи людей, которых они привлекли в бизнес (от рекрутирования).

Сетевой маркетинг не признавался и был легализован в 1979 г. в США. Федеральная торговая комиссия (FTC) признала модель MLM законным методом продаж, отделив ее от запрещенных финансовых пирамид. В России сетевой маркетинг появился в начале 90-х гг. прошлого века и был представлен рядом компаний, таких как Avon, Oriflame, Mary Kay, Herbalife и др. В настоящее время в России представлено более ста сетевых компаний.

В настоящее время сетевой маркетинг переживает трансформацию, и его рассматривают как специфическую форму электронной коммерции, так как современные IT-технологии радикально изменили способы взаимодействия с клиентами и построения потребительской сети. Использование социальных сетей вместо аренды офисного помещения или склада, существенно снижают издержки и повышают эффективность распространения продукта через сеть. Традиционная реклама заменяется высоким уровнем доверия сетевого предпринимателя, а работа по каталогам переводит сетевой бизнес в

высокотехнологический партнерский маркетинг, где фокус уже не на личных встречах, а на эффективном пользовании различных мессенджеров, статусов и социальных сетей. Так, благодаря размещенному посту в социальной сети, идет трансляция о товаре, что позволяет оповестить большее количество людей за короткий промежуток времени.

В силу введения новых IT-технологий в формат работы сетевого бизнеса, актуально провести анализ рынка сетевого маркетинга с учетом математической модели Басса.

Материалы и методы

Классический сетевой эффект описывает явление, при котором ценность продукта или услуги возрастает по мере увеличения числа пользователей. Это фундаментальное свойство сетевых рынков было подробно исследовано Майклом Кацем и Карлом Шапиро в их работах о сетевой экономике [9].

Ранее в математическом моделировании сетевого маркетинга чаще всего использовалось логистическое уравнение или его модификация:

$$dN(t)/dt = r N(t)(1-N/K) \quad (1),$$

где N -текущее количество участников в сети, t -время, r -коэффициент интенсивности рекрутинга (скорость, с которой один участник привлекает новых), K - емкость рынка, максимальное количество людей готовых вступить в структуру. Решение уравнения дает экспоненциальный рост, особенно в начале при $N \ll K$ и насыщение в конце, по мере приближения к пределу рынка при $N \rightarrow K$. Однако уравнение описывает рост сети с учетом ограниченности рынка, что неверно. На наш взгляд, существуют факторы, влияющие на скорость рекрутирования и объем товарооборота, которые необходимо учитывать:

- открытие новых рынков (стран)
- постоянное увеличение ассортимента продукции
- открытие нового инновационного продукта
- выгодные условия получения кэшбэка для потребителей для того, чтобы покупать именно в этой сетевой компании большой объем продукции.

В современной литературе одной из наиболее известных и широко используемых моделей является модель Басса (модель диффузии Басса), суть которой состоит в следующем [7]. Пусть существует некоторый рынок, на котором появляется принципиально новый продукт (товар или услуга), не имеющий аналогов и, соответственно, конкуренции со стороны других продуктов. Этот продукт создает новый спрос, т. е. по является определенное количество людей, желающих приобрести этот продукт, и тех, кто уже совершил покупку и влияет на потенциальных покупателей.

Благодаря этому классическому инструменту в маркетинге и инноватике описывается, как новый продукт или технология проникают на рынок. Модель Басса учитывает параметры: коэффициент инновации p и коэффициент имитации q . Первый отвечает за внешнее влияние источников информации (реклама компании), а второй – за внутреннее взаимодействие (сарафанное радио).

Модель Басса успешно применялась для ретроспективного описания и прогноза распространения множества продуктов – от бытовой техники до социальных сетей, демонстрируя удивительное эмпирическое соответствие. При этом для большинства традиционных продуктов коэффициент инновации p невелик (порядка нескольких процентов или менее), тогда как коэффициент имитации q существенно выше, отражая важность эффекта «сарафанного радио», что свойственно MLM-структурам.

Исследование и обсуждение

В работе для динамики распространения продукта в сетевом бизнесе нами рассмотрено применение модели Басса, описывающего скорость dN/dt появления новых потребителей.

Запишем дифференциальное уравнение Басса в контексте MLM:

$$dN(t)/dt = p(M - N(t)) + q \cdot N(t)/M \cdot (M - N(t)) \quad (2)$$

где $N(t)$ – количество активных участников сети к моменту времени t ,

M – потенциальная емкость системы

p – коэффициент, характеризующий приток людей за счет имиджа компании (в том числе, и случайные регистрации на сайте)

q – коэффициент рекрутинга (описывает скорость передачи информации от человека к человеку в том числе, скорость привлечения новых участников сети) [6].

Уравнение Басса представляет собой нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с квадратичной правой частью. С помощью разделения переменных, получим решение дифференциального уравнения, которое при начальном условии ($N(0)=0$) имеет вид:

$$N(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 - \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}}$$

Модель Басса в контексте MLM-бизнеса описывает процесс «заражения» рынка через прямые рекомендации. Для сетевого маркетинга характерно критически высокое значение коэффициента имитации (q), так как рост структуры почти на 100 % зависит от межличностного общения (сарафанного радио), а не от внешней рекламы (p). Ниже представлен график аналитического решения уравнения Басса

для рынка в 5 млн человек за промежутки времени 50 лет.

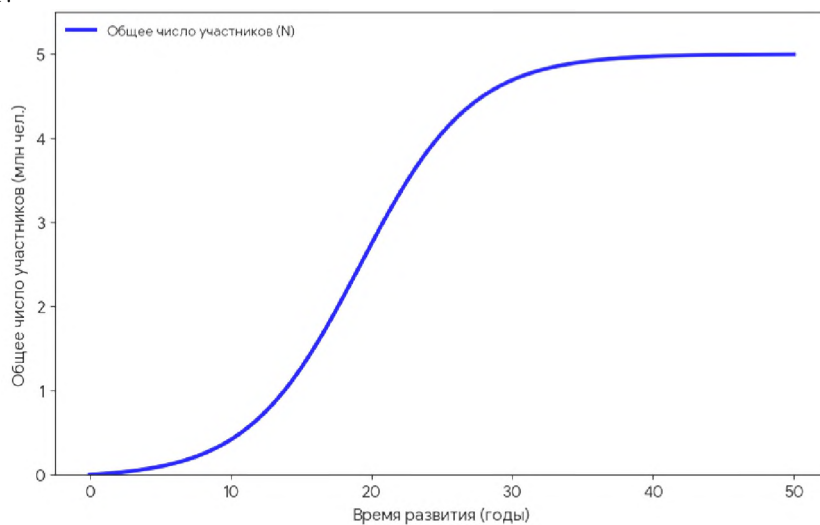


Рис.1. График аналитического решения модели Басс

Из анализа кривой (рис.1) следует, что рост компании идет крайне медленно (первое десятилетие). На наш взгляд, это не совсем верно, поскольку в настоящее время в связи с появлением новых инструментов в MLM гораздо быстрее закладывается фундамент и создаются необходимые начальные обучающие системы.

На рис.1 показано, после 35 лет наступает фаза насыщения. И здесь встает вопрос, что представляет собой насыщение? Если мы изменим параметр M - потенциальная емкость системы, то насыщение также будет проявляться на графике решения уравнения Басса. Считаем, что будет происходить увеличение емкости системы за счет появления нового поколения как потребителей, так сетевых предпринимателей каждые 20-30 лет, что свидетельствует о дальнейшем стабильном росте сетевой компании. Таким образом, мы можем предположить, что именно этим объясняется факт существования многих сетевых компаний более 50 лет. Одной из старейших MLM-структур в мире, действующих более 138 лет, считается Эйвон (Avon).

Между фазой роста и насыщением наблюдается резкое возрастание (кривая резко уходит вверх), свидетельствующее о экспоненциальном росте новых участников, что является верным, т.к. включается геометрическая прогрессия.

Выводы

В работе для анализа сетевого маркетинга впервые применено дифференциальное уравнение Басса, которое удовлетворительно описывает стадии развития MLM- структур с высоким значением коэффициента имитации (q). Значение коэффициента имитации растет за

счет использования социальных сетей, мессенджеров и чатов, которые внесли изменения в модель сетевого маркетинга. Теперь привлекать новых людей и продавать стало намного легче и быстрее. В связи с этим, считаем, что в первое десятилетие рост компании осуществляется намного быстрее, чем показанный в модели Басса, и здесь становится интересным изучение времени «старта» сетевых компаний, что требует дополнительных исследований и будет рассмотрено в дальнейшем.

В дифференциальном уравнении параметр «потенциальная емкость» фиксирован, поэтому не учитывается появление новых поколений каждые 20–30 лет. Однако повышение данного параметра указывает на дальнейшее развитие и рост сетевой компании. Ответ на вопрос, настолько будет значителен рост, остается открытым и требует также дополнительного изучения

Список литературы

1. Благов Е.Ю. Математические модели динамики многосторонних сетевых платформ // Проблемы современной экономики N 4 (44), 2012. С.149–152.
2. Васильев А.А. Генезис гибридных моделей прогнозирования на основе объединения прогнозов // Вестник ТвГУ. Серия «Экономика и управление» 2014. Выпуск 23. С. 316–331.
3. Коммерсант.ру: онлайн торговля выросла на четверть по всей России. Газета «Коммерсантъ» №6 от 16.01.2025, URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7432787> (дата обращения: 12.05.2026).
4. Кряжева М.А., Ситникова А.Ю. Экономическая модель MLM-компаний // Экономика и социум. 2013. №. 4-1 (9). – С. 1009–1012.
5. Розанова Н.М. Сетевая конкуренция как фактор конфигурации современных рынков // Мировая экономика и международные отношения, 2016. Т. 60. №4. С.13–20.
6. Achrol R., Kotler P. Marketing in the Network Economy // Journal of Marketing. 1999. Vol. 63. P. 146–163.
7. Bass F. M. A new product growth model for consumer durables // Management Science. 1969. Vol. 15. No. 5. P. 215–227.
8. Meade, N & Islam, T 2006, 'Modelling and forecasting the diffusion of innovation - A 25-year review', International Journal of Forecasting, vol. 22, no. 3. PP. 519–545.
9. Michael L. Katz; Carl Shapiro Network Externalities, Competition, and Compatibility// The American Economic Review, Vol. 75, No. 3. (Jun., 1985). PP. 424-440.

Об авторах:

КУЗНЕЦОВА Юлия Васильевна – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории, Институт Экономики и управления, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (Россия, Тверь, ул. Желябова, 33), e-mail:

Kuznetsova.YV@tversu.ru, [orcid.org> 0000-0002-1253-8727](https://orcid.org/0000-0002-1253-8727); SPIN-код: 4878-2398

СМИРНОВ Андрей Владимирович – кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономической теории Института экономики и управления, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (Россия, Тверь, ул. Желябова, 33), e-mail: andrsm80@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7477-2922, SPIN-код: 8181-1331.

Applying the bass differential equation for MLM network marketing market analysis

Yu.V. Kuznetsova, A.V. Smirnov

FGBOU VO “Tver State University”, Tver

In recent years, with the development of information technology, the network market has grown. Many scientific publications are devoted to the phenomenon of the network market as an alternative to traditional methods of promoting a product to the end consumer, however, despite the growth trend, the network market has not been sufficiently studied in the structure of the domestic economy. This article analyzes network marketing activities (MLM) based on the Bass differential equation. The authors made an attempt to verify the forecast of the network market trend made at the end of the 20th century, identifying new factors in the development of this market.

Keywords: *MLM-structure network marketing, Bass differential equation, network market, competition*

About authors:

KUZNETSOVA Yulia Vasilevna - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Faculty of Physics and Technology, Associate Professor of the Department of Economic Theory, FSBEI HE "Tver State University" (Russia, Tver, 33 Zhelyabova St.), e-mail: Kuznetsova.YV@tversu.ru, [orcid.org> 0000-0002-1253-8727](https://orcid.org/0000-0002-1253-8727); SPIN-код: 4878-2398

SMIRNOV Andrey Vladimirovich - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economic Theory of the Institute of Economics and Management, FGBOU VO “Tver State University”, Tver (Russia, Tver, 33 Zhelyabova St.), e-mail: andrsm80@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7477-2922, SPIN code: 8181-1331.

Статья поступила в редакцию 16.01.2026 г.
Статья подписана в печать 15.06.2026 г.