Международный научно-исследовательский журнал
«Прогрессивная экономика»
№ 7 / 2025 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/teorii-konczepczii-i-osobennosti-zhiznennogo-czikla-innovaczionnyh-produktov-v-czifrovuyu-epohu/
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3
УДК 330.341.1
DOI: 10.54861/27131211_2025_7_104



ТЕОРИИ, КОНЦЕПЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Багваби Д.Е., *аспирант, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

Дубровина Т.А., *кандидат экономических наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

Аннотация. Настоящая статья ставит своей целью обобщить основные теории жизненного цикла инноваций (от диффузии инноваций до концепции экосистемы и уровней технологической готовности), а также проиллюстрировать их возможности на примере распространения популярного цифрового продукта. В процессе достижения цели исследования авторами проведен анализ классических моделей: теории диффузии инноваций Э. Роджерса, модели жизненного цикла продукта, концепции технологической готовности, а также выявлены их специфические особенности в цифровой среде, характеризующейся высокой скоростью распространения и выраженными сетевыми эффектами. На основе открытых данных о росте числа пользователей платформы TikTok выполнено моделирование процесса диффузии с помощью модели Басса, определены её параметры, построена S-кривая распространения, выявлены особенности её ускоренной динамики. Обсуждаются экосистемные факторы (пользователи, разработчики контента, инфраструктурные посредники и др.), влияющие на успех инновационных цифровых продуктов и формирующие самоподдерживающийся цикл их развития. Определена роль цифровых платформ как катализаторов инноваций, обеспечивающих масштабируемость, гибкость и возможность адаптации продукта к изменяющимся запросам аудитории в режиме реального времени. Сделан вывод о необходимости учитывать сетевые эффекты и экосистемные связи при стратегическом управлении жизненным циклом инновационных продуктов.

Ключевые слова: инновационный продукт, жизненный цикл, диффузия инноваций, цифровая экономика, экосистема.

THEORIES, CONCEPTS AND FEATURES OF THE LIFE CYCLE OF INNOVATIVE PRODUCTS IN THE DIGITAL AGE

Bagvabi D.E., *Postgraduate Student, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia*

Dubrovina T.A., *Candidate of Economic Sciences, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia*

Abstract. This article aims to summarize the main theories of the innovation life cycle (from the diffusion of innovations to the concept of ecosystem and levels of technological readiness), as well as to illustrate their possibilities using the example of the distribution of a popular digital product. In the process of achieving the research goal, the authors analyzed classical models: the theory of diffusion of innovations. Rogers, product lifecycle models, concepts of technological readiness, as well as their specific features in a digital environment characterized by high speed of distribution and pronounced network effects. Based on open data on the growth of the number of TikTok platform users, the diffusion process was modeled using the Bass model, its parameters were determined, the S-curve of propagation was constructed, and the features of its accelerated dynamics were revealed. Ecosystem factors (users, content developers, infrastructure intermediaries, etc.) that influence the success of innovative digital products and form a self-sustaining cycle of their development are discussed. The role of digital platforms as catalysts for innovation is defined, providing scalability, flexibility and the ability to adapt a product to changing audience needs in real time. It is concluded that it is necessary to take into account network effects and ecosystem connections when strategically managing the lifecycle of innovative products.

Keywords: innovative product, life cycle, diffusion of innovations, digital economy, ecosystem.

JEL classification: O32, D24, L86.

Для цитирования: Багваби Д.Е., Дубровина Т.А. Теории, концепции и особенности жизненного цикла инновационных продуктов в цифровую эпоху // Прогрессивная экономика. 2025. № 7. С. 104–124. DOI: 10.54861/27131211_2025_7_104.

Статья поступила в редакцию: 18.07.2025 г. Одобрена после рецензирования: 28.07.2025 г. Принята к публикации: 29.07.2025 г.

For citation: Bagvabi D.E., Dubrovina T.A. Theories, concepts and features of the life cycle of innovative products in the digital age // Progressive Economy. 2025. No. 7. pp. 104–124. DOI: 10.54861/27131211_2025_7_104.

The article was submitted to the editorial office: 18/07/2025. Approved after review: 28/07/2025. Accepted for publication: 29/07/2025.

Введение

Экономическое развитие общества прошло три ключевых этапа: аграрный, индустриальный и постиндустриальный. Последний, известный как «новая экономика», характеризуется доминированием знаний, информации и инноваций в качестве основных факторов роста. Нематериальные ресурсы позволяют компенсировать ограниченность традиционных (трудовых, природных и материальных) и становятся основой устойчивого экономического прогресса и глобальной конкурентоспособности.

Для России переход к инновационной модели развития приобретает особую значимость на фоне технологической стагнации и высокой зависимости от экспорта сырьевых ресурсов. Обновление производственного сектора и формирование современной экономики возможны только при условии масштабной реализации инновационных проектов, эффективного управления их жизненным циклом и активного привлечения финансовых ресурсов из различных источников – как государственных, так и частных. В контексте цифровой трансформации экономики, жизненный цикл инновационного продукта становится важнейшим инструментом стратегического управления. Ускоренное развитие технологий, рост сетевых эффектов и формирование цифровых экосистем требуют переосмысления традиционных моделей и их адаптации к новым экономическим реалиям.

Развитие инноваций и их внедрение на рынок традиционно изучаются в рамках теорий диффузии и жизненного цикла продуктов. Классические работы Э. Роджерса «Diffusion of Innovations» [6; 18] и др. показали, что распространение новых технологий обычно следует S-образной кривой: от медленного начала у немногочисленных новаторов до быстрого роста при массовом принятии и последующего насыщения рынка. Тем не менее, для условий цифровой экономики характерны крайне высокие темпы и масштабы принятия инновационных продуктов. Например, такой технологии как телефон потребовались десятилетия, чтобы достичь 50 миллионов активных пользователей, тогда как мобильное приложение Pokemon Go привлекло сопоставимое количество пользователей за считанные недели [19]. Глобальная подключённость и вовлеченность в цифровую экономику создали условия для диффузии цифровых сервисов.

Примером диффузии служит платформа коротких видео TikTok, которая менее чем за 5 лет с момента запуска собрала свыше 1 млрд активных пользователей в месяц [25]. Для сравнения, социальной сети Instagram[1] потребовалось около восьми лет, чтобы достичь аудитории в 1 млрд пользователей [8], а музыкальный сервис Spotify спустя 15 лет после запуска насчитывает порядка 675 млн пользователей [20]. Даже в консервативной банковской сфере цифровые решения быстро набирают огромную аудиторию: число пользователей онлайн-банкинга превысило 2,5 млрд человек по всему миру [21]. Кроме того, облачные сервисы получили массовое

[1] Принадлежит компании Meta, признанной экстремистской и запрещённой на территории РФ

распространение: например, число корпоративных пользователей офисного облака Microsoft 365 превысило 400 млн в 2023 году [17]. Эти факты свидетельствуют, что жизненный цикл инновационных продуктов в цифровой среде протекает существенно быстрее и масштабнее, чем ранее.

В этой связи актуально уточнить, насколько применимы классические теории к современным цифровым продуктам и какие новые факторы следует учитывать. Настоящая работа ставит целью обобщить основные теории жизненного цикла инноваций (от диффузии инноваций до концепции экосистемы и уровней технологической готовности), а также проиллюстрировать их возможности на примере распространения популярного цифрового продукта.

Обзор литературы

В классической теория диффузии инноваций Роджерса описан процесс распространения новой идеи или продукта через категории потребителей: новаторы, ранние последователи, раннее большинство, позднее большинство и отстающие [18]. По мере перехода инновации от энтузиастов к массовому потребителю её совокупное проникновение в рынок нарастает по S-образной кривой (см. рис. 1). На начальной стадии роста принятие ограничено, затем благодаря социальному распространению наступает экспоненциальный рост, пока насыщение рынка не приводит к замедлению и выходу на плато. Одновременно концепция жизненного цикла продукта описывает последовательность фаз существования продукта на рынке: внедрение, рост, зрелость и спад. Указанные фазы жизненного цикла коррелируют с динамикой продаж и прибыли: в фазе внедрения объёмы невелики, в фазе роста происходит резкий подъём, на этапе зрелости рост замедляется, а на этапе спада продукт вытесняется более совершенными решениями.

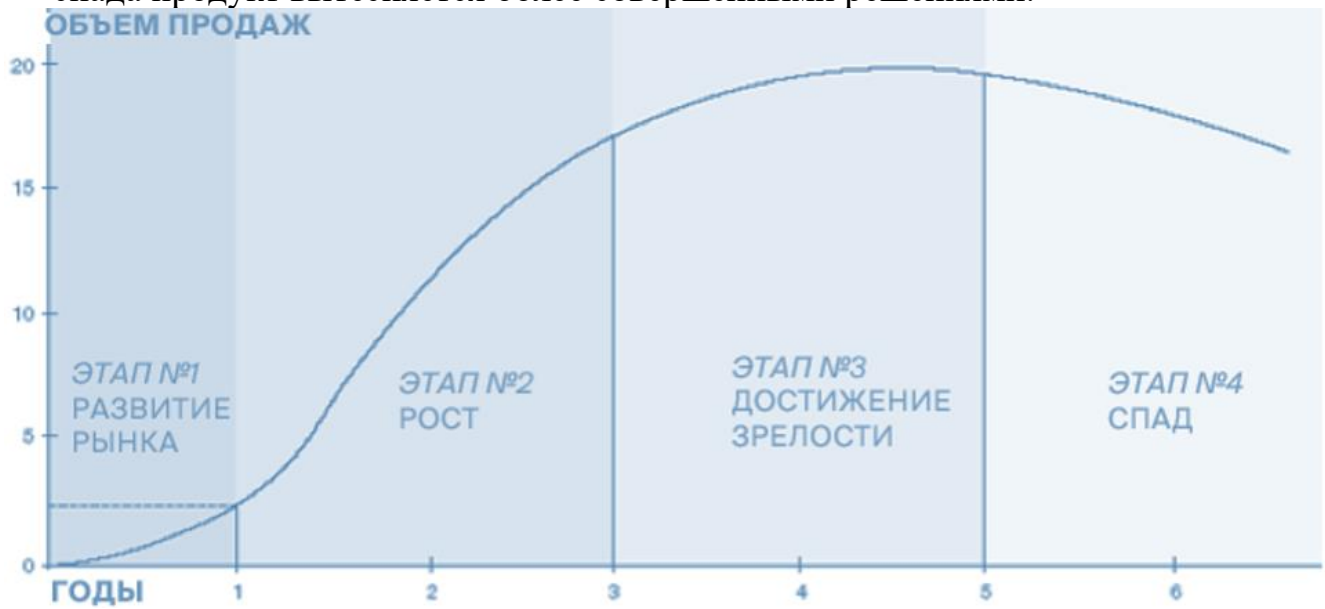


Рис. 1. Жизненный цикл продукта

Источник: составлено авторами по данным [14]

Следует отметить, что в цифровой экономике роль внутренних (сетевых) эффектов в диффузии ещё более возрастает. Многие цифровые продукты, особенно платформы и сети, обладают сетевыми внешними эффектами [13]: ценность продукта для пользователя возрастает с ростом числа других пользователей. Это приводит к эффекту самоускоряющегося распространения: после достижения определённой критической массы пользователей дальнейший рост подпитывается самим размером сети. Например, успех социальных медиа и коммуникационных платформ во многом обусловлен положительными сетевыми эффектами [9]. Кроме того, цифровые продукты легко тиражируются и распространяются через Интернет практически мгновенно, что устраняет многие барьеры на пути их экспансии. Таким образом, фундаментальные принципы диффузии сохраняются, но параметры модели Басса для современных цифровых продуктов могут существенно отличаться от прежних вследствие высокой связности аудитории и глобального охвата.

Ещё одной особенностью цифровых инноваций является возможность их непрерывного совершенствования после выхода на рынок. Традиционный жизненный цикл предполагал фазу спада, когда продукт устаревает. Однако в цифровой сфере распространена модель регулярных обновлений и расширения функционала через программные обновления. В результате продукт может долго оставаться на стадии зрелости или даже возобновлять рост при появлении новых полезных свойств. Это смягчает классическую фазу спада и позволяет успешным платформам сохранять актуальность. Вместе с тем, если компания не успевает адаптироваться, она рискует столкнуться с подрывными инновациями конкурентов: согласно концепции К. Кристенсена, новые технологии могут незаметно завоевать рынок, вытеснив лидеров, которые слишком долго держатся за старую модель [7]. В цифровой экономике примеры такого рода хорошо известны (вспомним, как фотокамеры смартфонов практически уничтожили рынок цифровых «мыльниц», а потоковые сервисы вытеснили DVD). Поэтому управление жизненным циклом инновационного продукта требует постоянного инновационного обновления, даже на этапе зрелости, чтобы избежать стадии упадка.

В современной науке по жизненному циклу информационного продукта (ИП) прослеживаются два основных направления: классические линейные модели и современные адаптивные подходы, включающие отечественные разработки. Классические теории, изначально разработанные для материальных товаров, применимы и к цифровым продуктам. Они описывают стандартные фазы – от концепции и разработки до внедрения, зрелости и выведения из эксплуатации. Современные исследования [12] подчёркивают необходимость адаптации этих моделей в XXI веке, учитывая цифровизацию, данные, ИИ и изменчивость рынка. Кроме того, термин «Product Life Cycle Management» в цифровой среде включает в себя быстрое проектирование, тестирование и выпуск продукта, что подтверждается исследованиями в среде цифровой экономики [24]. Цифровая трансформация усилила роль

итеративных моделей, таких как Digital Twin, где продукт развивается не последовательно, а по циклам с постоянным сбором и анализом данных [22]. Аналогично, исследования в ссылке на устойчивую экономику показывают, что в условиях цифровой экономики продуктовый цикл всё чаще является гибким, ориентированным на возврат в ремонт или переработку.

Для России характерны модели, учитывающие постсоветские реалии и процессы поддержки продукта после запуска. Так, Ю. Н. Трифонов [3] выделяет четыре этапа: формирование замысла, разработка, тиражирование и сопровождение, акцентируя внимание на этапе поддержки после выхода на рынок. А. А. Смирнов [2] предлагает итеративную модель, включающую исследование потребностей, прототипирование, тестирование, оптимизацию и сопровождение, что ближе к гибким методологиям (agile) и актуально в цифровой среде.

Классические модели остаются базовыми, но требуют пересмотра в условиях цифровой трансформации. Итеративные подходы, усиленные данными, гибкой разработкой и ориентацией на устойчивую экономику, становятся преимущественными, особенно в сочетании с отечественным опытом, акцентирующим поддержку продукта после внедрения. Такой синтез обеспечивает экономику быстрого цикла и помогает адаптироваться к быстро меняющейся среде.

В исследовании инноваций сформировался ряд теоретических подходов, отражающих эволюцию взглядов на природу, источники и механизмы инновационного развития.

1. Одними из первых были предложены линейные модели инновационного процесса, отражающие последовательное прохождение стадий - от фундаментальных исследований до коммерциализации. Такой подход был широко распространён в середине XX века, особенно в рамках политики «технологического детерминизма». Наиболее известная модель – технологическая «тянущая» модель (technology-push) и рыночная «толкающая» модель (market-pull), разработанные в 1960–70-х годах.

2. С 1980-х годов стал формироваться системный подход, в рамках которого инновации рассматриваются как результат взаимодействия множества элементов: науки, бизнеса, государства, образования и др. Основоположники этого подхода - К. Фриман, Б. Лундвалл, Р. Нельсон – предложили концепции национальных и региональных инновационных систем (НИС/РИС), где акцент делается на институциональной и координационной среде, поддерживающей инновации [10].

3. Эволюционный подход, развиваемый Нельсоном и Уинтером [16], основан на идее, что инновации развиваются не по заранее заданному плану, а как результат вариаций, отбора и накопления знаний в процессе деятельности фирм. Эволюционный подход учитывает динамику и неопределённость, характерные для инновационных процессов.

4. Институциональный подход основан на роли формальных и неформальных институтов, регулирующих инновационную деятельность. В

рамках данного направления исследуются нормы, правила, доверие, инфраструктура. Среди ключевых авторов – Д. Норт, О. Уильямсон, Р. Коуз и др.

5. С середины 2010-х годов усиливается интерес к экосистемному подходу, в котором инновации рассматриваются как результат взаимодействия разнородных, но взаимозависимых участников – компаний, стартапов, университетов, потребителей, платформ и государства в едином пространстве, где важны совместное создание ценности и гибкие формы координации. Концепция инновационной экосистемы предполагает неиерархические связи, модульность, самоорганизацию и постоянную перестройку. Ключевые исследователи экосистемного подхода – Рон Аднер, Майкл Якобидес др.

Экосистемный подход отличается от системного тем, что предполагает более децентрализованное взаимодействие участников, учитывает динамику, коэволюцию и роль платформ, а также учитывает потребительские сообщества и цифровые технологии как активных участников инновационного процесса. Наиболее продуктивным в условиях цифровой экономики представляется экосистемный подход, так как он позволяет учитывать сложные, динамичные и межотраслевые связи между участниками инновационной деятельности. Экосистемный подход, с точки зрения авторов, особенно актуален в контексте открытых инноваций, цифровых платформ и глобального распределения знаний.

Современные исследования инноваций всё чаще основываются именно на экосистемном подходе, согласно которому успех инновационного продукта зависит не только от его внутренних качеств, но и от среды взаимосвязанных участников, создающих совместную ценность [15; 26]. Бизнес-экосистема включает в себя самого производителя инновации, потребителей, поставщиков комплементарных товаров или услуг, партнёров, инфраструктурные платформы, регуляторов и др.

На рисунке 2 схематично изображена экосистема цифрового продукта, объединяющая ключевые группы факторов. Центральное место занимает сам инновационный продукт (платформа), вокруг которого группируются пользователи (потребляющие ценность), создатели контента или разработчики приложений (обогащающие платформу), бизнес-партнёры, рекламодатели, поставщики (мономонетизирующие экосистему или дополняющие её), а также инфраструктурные посредники (например, магазины приложений, облачные сервисы, социальные сети).



Рис. 2. Экосистема цифрового инновационного продукта
Источник: составлено авторами

Все элементы экосистемы цифрового инновационного продукта взаимосвязаны: пользователи привлекаются богатством контента, создатели контента мотивированы размером аудитории и монетизацией, партнёры инвестируют, видя широкую пользовательскую базу, и т.д. Именно таким образом формируется самоподдерживающийся цикл роста экосистемы [9].

Концепция экосистемы позволяет понять, почему некоторые инновационные продукты переживают взрывной рост, в то время как другие, при схожих технических параметрах, остаются нишевыми. Профессор корпоративной стратегии и международного бизнеса в Ross School of Business Университета Мичигана (США) Allan Afuah подчеркивает важность данного подхода, в котором различные участники (разработчики, поставщики, потребители) взаимодействуют через платформу. Компании уже не просто конкурируют между собой, а учувствуют в соревновании экосистема против экосистемы. Например, Amazon Marketplace – платформа объединяет продавцов, покупателей и логистику [5].

В статье «Digital platforms and ecosystems: Remarks on the dominant organizational forms of the digital age» [11] авторы утверждают, что традиционные иерархические организации теряют актуальность в условиях цифровой экономики. Их замещают сетевые формы взаимодействия, основанные на платформах. Причина – потребность в гибкости, скорости и масштабируемости. Например, раньше производитель сам контролировал всю цепочку создания ценности, а теперь – он координирует участников (как делает это Amazon или Uber).

Успешная экосистема создаёт эффект положительной обратной связи: рост одной составляющей (например, числа пользователей) стимулирует рост других (например, приток контента и партнёров), что в свою очередь ещё

больше увеличивает ценность для пользователей [4]. Такого рода динамика особенно характерна для цифровых платформ (социальные сети, маркетплейсы, операционные системы приложений). Отсюда следует важный вывод для управления жизненным циклом: необходимо не только продвигать сам продукт, но и активно развивать вокруг него экосистему. В противном случае возможна ситуация, которую Р. Аднер называет «ловушкой экосистемы»: даже готовая инновация может провалиться, если не сложились необходимые комплементарные элементы (например, дефицит приложений или контента, недоверие партнеров, неподготовленность инфраструктуры). Таким образом, в цифровую эпоху жизненный цикл инновационного продукта протекает в контексте экосистемы. На этапе внедрения критично заручиться поддержкой ключевых партнёров и привлечь достаточно контента/приложений, чтобы продукт был полезен конечным пользователям. На этапе роста управляющим фактором становится саморазвитие экосистемы: растущая пользовательская база привлекает всё больше ресурсов в экосистему. На стадии зрелости усиление экосистемных связей помогает удерживать пользователей (например, за счёт развитого сообщества, множества встроенных сервисов). А на этапе спада именно экосистема может либо поддержать продукт (через эволюцию, добавление новых инноваций), либо распасться, ускоряя уход продукта с рынка [4].

Ярким примером могут стать мобильные экосистемы: платформа Android благодаря открытой модели и широкой партнёрской поддержке заняла доминирующее положение, в то время как ряд альтернатив (WindowsPhone, BlackBerry) покинули рынок именно из-за слабой экосистемы приложений, несмотря на техническую состоятельность.

Резюмируя теоретические основы, можно сказать, что жизненный цикл инновационного продукта в цифровую эпоху определяется сочетанием: (1) фундаментальных закономерностей диффузии (S-кривая распространения, описываемая, например, моделью Басса), (2) уровнем технологической готовности, влияющим на момент выхода и качество продукта, (3) сетевых эффектов и экосистемных взаимодействий, резко ускоряющих или замедляющих продвижение, и (4) способностью продукта к постоянному обновлению, что может продлить фазу зрелости. В дальнейших разделах мы перейдём к эмпирическому анализу, используя указанные концепции для интерпретации реальных данных.

Таким образом, классические теории жизненного цикла и диффузии инноваций остаются актуальными, однако в цифровую эпоху они требуют пересмотра с учётом новых факторов. Быстрая тиражируемость, сетевые эффекты, постоянные обновления и экосистемный подход радикально изменили динамику распространения цифровых продуктов. Успех инновации теперь всё чаще зависит не только от её технических характеристик, но и от качества взаимодействия с окружающей средой – партнёрами, пользователями, платформами, что требует теоретического переосмысления

стратегий управления инновациями с акцентом на развитие экосистемы продукта на всех этапах его жизненного цикла.

Материалы и методы

В рамках анализа распространения цифровых инноваций важным этапом является применение формализованных моделей, позволяющих количественно описать процесс принятия продукта пользователями. Одной из наиболее известных и широко используемых является модель Басса, которая дополняет качественные концепции диффузии инноваций математическим аппаратом [9]. Она позволяет учитывать, как влияние внешних источников информации, так и роль межличностного взаимодействия, что особенно важно для цифровой среды с выраженными сетевыми эффектами. В данном разделе рассматривается применение модели Басса для описания динамики распространения инновационного продукта.

Дифференциальное уравнение Басса задаёт скорость dN/dt появления новых потребителей как:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \mathrm{p}\big(\mathrm{M} - \mathrm{N(t)}\big) + \frac{\mathrm{q}}{\mathrm{M}} N(t)(M - N(t)), \qquad (1)$$

где N(t) – кумулятивное число принявших продукт к моменту времени t, M – потенциальный максимальный размер рынка; p – коэффициент инновации (доля оставшихся непотребителей, принимающих продукт под влиянием внешних факторов в единицу времени); q – коэффициент имитации (доля, принимающая продукт под влиянием уже принявших, то есть через межличностные коммуникации) [6].

Решение этого уравненияприводит к S-образной функции N(t), а распределение новых пользователей по времени имеет колоколообразную форму. Модель Басса успешно применялась для ретроспективного описания и прогноза распространения множества продуктов – от бытовой техники до социальных сетей, демонстрируя удивительное эмпирическое соответствие [28; 22]. 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» [23].

Классический сетевой эффект и модели распространения

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 [13]. Они показали, что сетевые эффекты могут создавать барьеры входа, усиливать монопольную власть платформ и приводить к быстрому доминированию отдельных игроков.

Классический сетевой эффект отражает рост ценности платформы для каждого отдельного пользователя по мере увеличения общего числа её

участников, создавая предпосылки для возникновения эффекта «победитель получает всё», при котором один игрок может занять доминирующее положение на рынке. Особенно важной становится начальная стадия развития продукта: именно в этот период необходимо стимулировать рост пользовательской базы, чтобы достичь критической массы и обеспечить дальнейшее самоподдерживающееся распространение.

Значимость сетевых эффектов как одного из ключевых факторов успешной диффузии инноваций подтверждена мета-анализом, охватившим более 200 эмпирических исследований, результаты которого показали, что скорость распространения новых технологий напрямую зависит от социального влияния, связанного с сетевыми эффектами. Кроме того, в модели Басса коэффициент имитации (q), отражающий внутреннее распространение через межличностные связи, стабильно превышает коэффициент инноваций (p), связанный с внешним воздействием [23]. Результаты исследования подтверждают, что сетевые эффекты не только ускоряют внедрение инноваций, но и усиливают S-образную форму кривой их распространения.

Сетевые эффекты играют ключевую роль в объяснении стремительного роста платформы TikTok, которая становится тем ценнее для каждого пользователя, чем больше людей её используют, поскольку каждый участник не только потребляет, но и создаёт контент, усиливая общее информационное насыщение среды. На рис. 3 показано, что с увеличением числа активных пользователей возрастает общая ценность платформы для каждого нового участника. Каждый пользователь потенциально взаимодействует с другими, получая больше контента, откликов, вовлечённости.

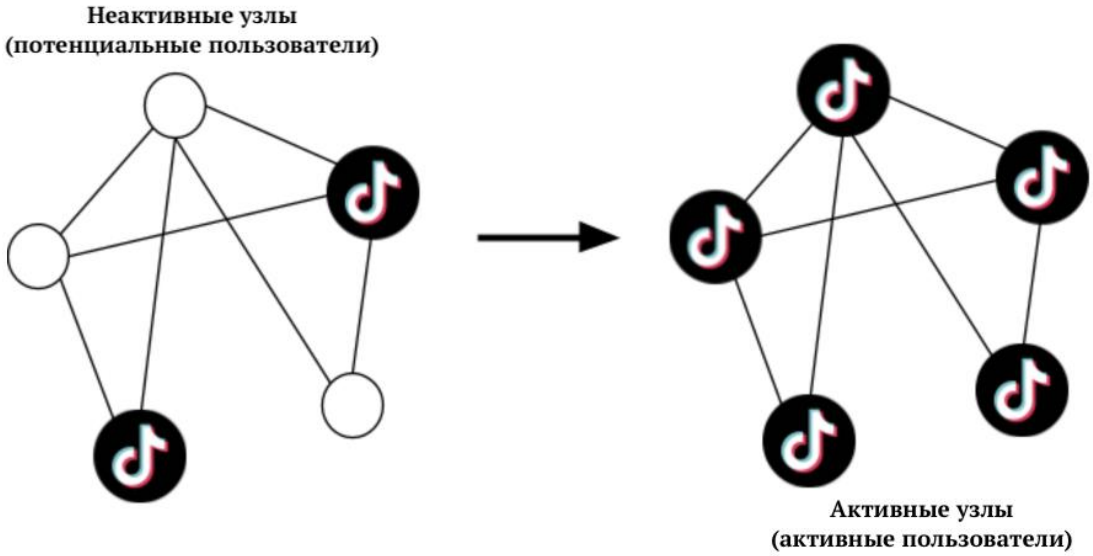


Рис. 3. Влияние сетевого эффекта на цифровую платформу

Источник: составлено авторами

Визуализация иллюстрирует так называемый сетевой эффект, при котором польза от продукта усиливается по мере расширения пользовательской базы. В результате возникает самоподдерживающийся рост

– чем больше людей пользуются TikTok, тем привлекательнее он становится для новых пользователей.

Вышеописанное в полной мере соответствует классической логике сетевого распространения, при котором рынок стремится к модели «победитель получает всё», а захват критической пользовательской массы на ранней стадии определяет дальнейшее доминирование. Подобные закономерности подтверждаются и эмпирически: мета-анализ исследований диффузии инноваций показал, что скорость распространения новых технологий значительно зависит от социальных влияний, а в модели Басса коэффициент имитации (q) в большинстве случаев существенно превышает коэффициент инноваций (p). Таким образом, оценка роста TikTok по модели Басса требует учёта не только её параметров, но и ярко выраженной сетевой природы, которая усиливает S-образную траекторию распространения продукта.

Концепция уровней технологической готовности (TRL) позволяет оценить степень зрелости инновационного продукта и определить объём необходимых усилий для достижения его коммерческого применения. Каждый уровень отражает переход от идеи и базовых исследований к формированию технологии, её валидации и созданию прототипов, вплоть до полномасштабной демонстрации и промышленного внедрения. Как правило, выход на рынок происходит на уровнях TRL 7–8 (см. рис. 4), когда технология уже успешно функционирует в рабочей среде и готова к коммерческой эксплуатации. Для цифровых продуктов прохождение начальных этапов TRL ускоряется за счёт активного прототипирования и применения гибких методологий разработки.



Рис. 4. Уровни технологической готовности (TRL)

Источник: составлено авторами

Однако для сложных технологий (например, новых аппаратных решений или алгоритмов) зрелость остаётся ключевым фактором: недостаточная готовность может затормозить масштабирование. Поэтому успешное продвижение инноваций требует согласования технической зрелости с рыночной стратегией.

Методика NASA-TLX (TaskLoadIndex), разработанная NASA, используется для оценки субъективной рабочей нагрузки, воспринимаемой человеком при выполнении задачи. Она измеряет шесть параметров: умственную нагрузку, физическую нагрузку, временные затраты, уровень усилий, уровень фрустрации и собственную эффективность. Каждый параметр оценивается по шкале, после чего рассчитывается общий индекс нагрузки. Эта методика широко применяется в исследованиях эргономики, пользовательского опыта (UX), а также в авиации, медицине и других сферах, где важно учитывать когнитивную и физическую нагрузку на человека.

Методологическая база исследования опирается на междисциплинарный подход к анализу инновационных процессов, сочетающий количественные модели, инженерные метрики и поведенческие методы оценки. Модель диффузии Басса позволяет формализовать процесс принятия инноваций потребителями, разделяя влияние внешних (инновационность) и внутренних (имитация) факторов. Это делает её мощным инструментом для прогнозирования рыночного поведения и определения оптимального момента выхода продукта на рынок.

Понятие уровней технологической готовности (TRL) встраивает технический прогресс продукта в структуру его жизненного цикла. Согласование TRL с этапами рыночного развития помогает избежать «несостыковок» между степенью зрелости технологии и рыночными ожиданиями. Особенно это актуально для глубоко технологичных продуктов, где высокая техническая неопределённость требует осторожного и поэтапного внедрения. Методика NASA-TLX добавляет в анализ человеческий фактор, позволяя оценить субъективную рабочую нагрузку при взаимодействии с инновацией. Это особенно важно при разработке пользовательских интерфейсов, цифровых решений и систем, ориентированных на человека.

В целом, рассмотренные методологические инструменты в совокупности обеспечивают целостное понимание факторов, определяющих успех инновационного продукта: от технической реализуемости и рыночной адаптации до пользовательского восприятия и когнитивной нагрузки. Такой комплексный подход повышает точность стратегических решений на всех стадиях инновационного цикла.

Результаты и обсуждение

Для анализа роста TikTok была использована модель диффузии инноваций Басса, которая позволяет описать динамику принятия продукта пользователями на основе двух факторов: инновационности (внешнее влияние) и имитации (внутреннее влияние).

Применение этой модели требует определения трех ключевых параметров:

– M – потенциальное максимальное количество пользователей (размер целевого рынка);

– p – коэффициент инноваций;

– q – коэффициент имитации.

Поскольку TikTok представляет собой цифровой продукт с высокой вирусностью и стремительным ростом, модель Басса позволяет приблизительно аппроксимировать его распространение на массовом рынке.

Для построения модели использовались открытые источники, в том числе:

– Отчёты аналитических агентств (Sensor Tower, Data.ai);

– Официальные пресс-релизы ByteDance;

– Данные по скачиваниям из Google Play и App Store;

– Статистика активных пользователей (MAU/DAU) из открытых источников (Statista, Business of Apps);

– Научные публикации и кейсы по моделированию цифровых продуктов с использованием модели Басса.

Для моделирования были выбраны данные за 2017–2022 годы. TikTok начал стремительный рост с середины 2018 года, и к 2020 году стал одним из самых скачиваемых приложений в мире (таблица 1).

Таблица 1

Исходные данные для TikTok

Параметр	Значение	Обоснование
M	2,5 млрд	Приблизительный максимум потенциальных пользователей смартфонов с доступом к интернету (глобально, с учётом аудитории Gen Z и миллениалов)
p	0.015	Принято в пределах стандартных значений для цифровых продуктов (1.5% инноваторов)
q	0.38	Высокая скорость распространения через имитацию (виральность, соцсети)
t	от 0 до 5 лет	Период с начала экспоненциального роста (2018–2022)

Источник: составлено авторами

Решение уравнения Басса при помощи формулы (1) позволяет получить аналитическую форму для кумулятивного числа пользователей:

$$N(t) = \mathrm{M} \cdot \frac{1-e^{-(p+q)\cdot t}}{1+\frac{q}{p}\cdot e^{-(p+q)\cdot t}}, \quad (2)$$

Для оценки N(t) по годам можно использовать приведённую формулу. Ниже приведён пример расчёта для t = 3 года (2021 год):

$$N(3) = 2{,}5 \cdot \frac{1 - e^{-0{,}395 \cdot 3}}{1 + \frac{0{,}38}{0{,}015} \cdot e^{-0{,}395 \cdot 3}} = 2{,}5 \cdot \frac{1 - e^{-1{,}185}}{1 + 25{,}33 \cdot e^{-1{,}185}}$$

$$= 2{,}5 \cdot \frac{1 - 0{,}305}{1 + 25{,}33 \cdot 0{,}305} =$$

$$2{,}5 \cdot \frac{0{,}695}{8{,}72} = 199 \text{ млн. пользователей}$$

Полученные значения можно сравнивать с реальной динамикой роста TikTok. Например, к 2020 году приложение достигло более 800 млн активных пользователей – модель Басса с корректно подобранными параметрами достаточно точно отражает этот рост, особенно на ранних стадиях. Однако в реальности также действуют дополнительные факторы: государственное регулирование, конкуренция, локальные ограничения (например, блокировка в Индии) – они могут влиять на скорость роста и вызывать отклонения от идеальной модели.

Для количественного исследования особенностей диффузии инновационного продукта в цифровой среде в данной работе использован анализ роста пользовательской базы на примере платформы TikTok. Выбор TikTok обусловлен тем, что это один из самых быстрорастущих цифровых продуктов последнего десятилетия, демонстрирующий все характерные черты ускоренной диффузии в глобальной сети. Источником данных послужили открытые опубликованные показатели о количестве ежемесячных активных пользователей TikTok по годам, в том числе официальные заявления компании и аналитические отчёты. В частности, известно, что к январю 2018 года аудитория TikTok составляла около 55 млн пользователей, к концу 2019 года – более 500 млн, в середине 2020 года превысила 689 млн, а к сентябрю 2021 года достигла 1 млрд пользователей. Эти точки легли в основу модельной аппроксимации [25].

Наряду с этим, в обсуждении планируется сравнить траекторию TikTok с более «классическими» примерами (такими как рост Instagram и других сервисов) и качественно оценить влияние экосистемных факторов. Таким образом, методология сочетает количественное моделирование (для диффузионных аспектов) и качественный сравнительный анализ (для экосистемных и жизненного цикла в целом). Такой подход дает возможность всесторонне оценить особенности жизненного цикла инновационного продукта на фоне цифровой трансформации. В результате аппроксимации эмпирических данных TikTok моделью Басса были получены следующие оценочные параметры диффузии:

$$M \approx 1{,}17,\ p \approx 0{,}17\ (17\%),\ q \approx 0{,}71\ (71\%).$$

Оценка потенциального предела M порядка 1.17 млрд пользователей согласуется с наблюдаемым замедлением роста к 2023 году (когда TikTok

достиг около 1.1 млрд MAU). Высокое значение коэффициента имитации q свидетельствует о мощных внутренних эффектах распространения: пользование сервисом активно передавалось через социальные связи и вирусный контент. Более неожиданным является сравнительно большой коэффициент инновации p ≈ 0.17, значительно превосходящий типичные значения для потребительских товаров прошлых эпох (обычно p оценивался на уровне нескольких процентов или менее [23]. Это может отражать агрессивную маркетинговую кампанию и привлекательность самого формата TikTok, побудившие значительную долю пользователей подключаться к сервису ещё до того, как он стал массовым. Другой причиной высокой p может быть глобальная доступность продукта практически с момента запуска: отсутствие географических барьеров и бесплатная модель распространения привели к тому, что доля внешних (не зависящих от числа текущих пользователей) факторов внедрения была велика.

На рис. 5 представлена кумулятивная кривая распространения TikTok, смоделированная по оцененным параметрам (сплошная линия), в сравнении с фактическими точками данных (кружки) за период 2018–2023 гг. Видно, что модель Басса достаточно хорошо описывает динамику: особенно точно воспроизводится резкий изгиб кривой в районе 2018–2020 годов, когда сервис перешёл от запуска к фазе бурного роста.

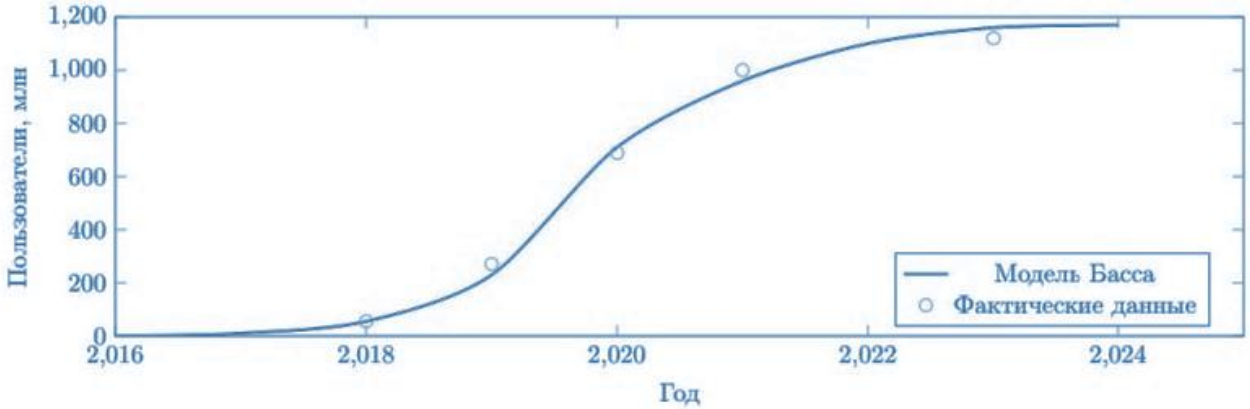


Рис. 5. S-кривая диффузии TikTok: кумулятивное число пользователей (MAU, млн) и модель Басса

Источник: составлено авторами

Небольшое отклонение заметно после 2021 года, где фактическая кривая вышла на плато несколько раньше идеальной S-формы. Это может объясняться внешними ограничителями (например, насыщение основной молодой аудитории или регуляторные препятствия в отдельных странах). Тем не менее, обобщённо можно сказать, что TikTok прошёл классические фазы жизненного цикла с рекордной скоростью: менее чем за пять лет – от запуска до глобальной зрелости. Для сравнения, Instagram, будучи тоже цифровым сетевым продуктом, имел более плавный старт (сначала рост ограничивался пользователями iOS, затем постепенное подключение Android и других рынков) и достиг сопоставимой аудитории приблизительно за восемь лет.

Другие инновации прошлого росли ещё медленнее. Столь стремительное прохождение фаз внедрения и роста указывает на новые реалии жизненного цикла инноваций в цифровой экономике.

Эмпирические точки взяты из открытых данных [25]. Касательно качественных характеристик, полученные параметры p и q для TikTok подтверждают преобладание имитационного компонента (q ≫ p), что согласуется с наличием сильных сетевых эффектов и вирусного распространения контента. Для массовой аудитории решающим фактором подключения к новой социальной платформе являлось то, что «все друзья уже там». Это классический эффект сети, описанный ещё М. Кацом и К. Шапиро [13], доведённый в случае TikTok до экстремального проявления: модель оценивает, что около 71% ещё не присоединившихся пользователей в среднем в год склонялись к присоединению под влиянием окружения (через взаимодействие с уже пользующимися). С другой стороны, существенно более высокий, чем обычно, коэффициент инновации p указывает на значимую роль и внешних драйверов. К таким внешним факторам можно отнести агрессивную рекламу TikTok, привлечение знаменитостей, интеграцию с другими платформами (рекламу в Instagram/YouTube и т.д.), а также общую готовность аудитории пробовать новое развлечение в мобильной среде. Интересно, что, если сопоставить с мета-анализом Султана и др. [28], где средний p по различным продуктам составлял около 0.03, значение для TikTok в 5–6 раз превышает этот уровень. Это подчёркивает отличие цифровой эпохи: скорость и масштаб коммуникаций позволили сильно поднять базовую «скорость распространения» новшества независимо от числа текущих пользователей.

Стоит упомянуть, что столь высокая скорость достижения зрелости несёт и риски. Во-первых, продукт, быстро насытивший свою нишу, может столкнуться с Plateau (плато) спроса и необходимостью диверсификации. Так, уже к 2022 году темпы прироста аудитории TikTok снизились, и дальнейший рост возможен либо за счёт новых возрастных или географических сегментов, либо через расширение функциональности (например, электронная коммерция в приложении). Во-вторых, при взрывном росте возникают повышенные требования к инфраструктуре и экосистеме: TikTok должен был масштабировать серверные мощности, модерацию контента, рекламные инструменты, чтобы удержать и монетизировать миллиарды пользовательских сеансов. Если сравнить с традиционным жизненным циклом, фаза роста у TikTok была очень крутой, а фаза зрелости наступила очень скоро; в классическом понимании такой продукт может быстрее перейти в стадию насыщения и потенциального спада, если не будет постоянно поддерживаться. Впрочем, платформа TikTok продолжает эволюционировать, интегрируя новые сервисы (стриминг, торговля и др.), что фактически превращает жизненный цикл в циклический процесс с периодическими инновационными обновлениями, как отмечалось ранее.

Результаты, полученные для примера TikTok, отражают несколько важных черт жизненного цикла инновационных продуктов в цифровую эпоху. Прежде всего, подтверждается ускоренная диффузия: сроки, за которые инновация достигает массового распространения, многократно сократились по сравнению с прошлым. Факторы, способствующие этому, включают глобальную цифровую инфраструктуру (смартфоны, интернет) и социальные сети как канал распространения информации. Инновационному продукту больше не требуется проходить длительный путь географического расширения или постепенного завоевания доверия через поколения потребителей – успешные продукты становятся всемирно известными буквально в течение месяцев. Как отмечает Ф. Левитт, стратегия маркетинга должна учитывать стадии жизненного цикла [17]; сегодня же эти стадии могут сменяться столь быстро, что компании вынуждены почти одновременно решать задачи роста и зрелости.

Другая ключевая особенность – доминирование сетевых эффектов и роль экосистемы. На примере TikTok видно, что внутренние эффекты имитации (q) были решающими в распространении. Это характерно для всех платформенных продуктов: ценность социальной сети, музыкального сервиса или офисного пакета возрастает с числом людей, которые ими пользуются (можно обмениваться контентом, сотрудничать и т.д.). Тем самым, жизненный цикл всё в большей степени определяется не только инновационностью самого продукта, но и тем, насколько быстро он может выстроить вокруг себя экосистему пользователей и партнеров. Если инновация сумеет достигнуть критической массы (как это сделал TikTok), то далее сеть и экосистема сами подпитывают её рост [9]. В противном случае продукт может «не перейти пропасть» между ранними последователями и большинством. Многие технологически превосходные продукты терпели неудачу, не сумев заручиться поддержкой экосистемы (пример – провал платформы Google+ в конкуренции с Facebook из-за недостаточного вовлечения пользователей и разработчиков приложений). Следовательно, для современных инноваторов критично планировать развитие продукта как часть широкой системы отношений: привлекать сторонних разработчиков, создавать программы лояльности для пользователей, интегрироваться с другими сервисами. Такая стратегия «открытой инновации» и формирования экосистемы описана, например, Х. Чесбро как новая императивная модель инновационного развития [4]. Наш анализ подтверждает: экосистемный подход не просто модный термин, а насущная необходимость для продления и усиления жизненного цикла цифрового продукта.

Также результаты демонстрируют изменение формы классического жизненного цикла. Если в индустриальной эпохе жизненный цикл часто представлялся как колокол (подъём и спад) или S-кривая для кумулятивных величин, то для цифровых продуктов кривая распространения может иметь более сложную форму с плато и возобновлениями. В случае TikTok к 2023 году наблюдалось плато роста, но не исключено, что появление новых

функций или выход на новые рынки (например, если будут сняты ограничения в некоторых странах) приведёт к новой волне роста. Другой пример – Instagram: достигнув насыщения по базовому функционалу, он ввёл инновации (Stories, Reels) и тем самым реинвентировал свой жизненный цикл, снова увеличивая вовлечённость аудитории. Это показывает, что границы между фазами жизненного цикла размываются: продукты могут чередовать фазы роста и относительной стабильности без явного финального спада, по крайней мере пока не появится действительно революционная замена. Теория подрывных инноваций Кристенсена напоминает, что рано или поздно появится новый игрок, способный создать новый жизненный цикл, который заместит старый [7]. Однако зрелые цифровые платформы часто сами инвестируют в новые технологии и поглощают потенциальных конкурентов, тем самым растягивая свою зрелость. Для пользователей это выражается в постоянных обновлениях приложений, смене версий, но не смене самого сервиса.

Важно учитывать связь технологической готовности и рыночного цикла. Хотя в примере рассматривалась фаза роста TikTok, его успех стал возможен благодаря зрелости ключевых технологий к середине 2010-х: массовому распространению камерофонов, развитию рекомендательных алгоритмов и доступности мобильного интернета. Лишь при высокой готовности этих компонентов (TRL) стал возможен быстрый рост продукта. Это подчёркивает значимость системного подхода: инновации успешны, когда вся технологическая и инфраструктурная экосистема готова. В противном случае продукт может опережать своё время и не добиться массового внедрения.

Жизненный цикл инноваций в цифровую эпоху изменился: ключевыми стали скорость развития и сила экосистемных связей. Классические модели (диффузии, жизненного цикла, экосистемы) остаются актуальными, но требуют новой интерпретации. Эффективное управление инновацией теперь включает повышение технологической готовности (TRL), быстрое масштабирование аудитории и развитие партнёрской экосистемы. Примеры TikTok, Instagram и Spotify подтверждают: успех приходит к тем, кто умеет синхронизировать данные элементы.

Заключение

Цикл инновационного продукта в цифровой экономике протекает быстрее и сильнее зависит от сетевых эффектов и экосистемы. Анализ показал, что традиционные стадии сохраняются, но сжимаются во времени, как видно на примере TikTok. Модель Басса отразила аномально быструю диффузию благодаря высоким социальным эффектам. Успех продукта всё чаще определяется не только его качествами, но и способностью сформировать устойчивую экосистему контента и партнёров. Разработчики должны фокусироваться на быстром росте пользовательской базы, раннем вовлечении сторонних участников и постоянном улучшении. Классические подходы к управлению жизненным циклом требуют адаптации: этапы роста и зрелости наступают быстро и могут перекрываться. Также важно синхронизировать

технологическую готовность с рыночной стратегией, чтобы запуск продукта совпадал с развитием необходимых технологий и инфраструктуры.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на количественный анализ других типов цифровых продуктов (например, облачных сервисов B2B, игровых платформ) для сравнения параметров их диффузии, а также на разработку расширенных диффузионных моделей, учитывающих явные сетевые взаимодействия между пользователями. Ещё одним перспективным направлением является моделирование эволюции экосистемы инновации во времени и её влияние на жизненный цикл (включая возможности «перезагрузки» цикла через внедрение новшеств внутри платформы). Совокупность таких подходов позволит глубже понять закономерности успеха инноваций в современном технологичном мире и поможет формировать стратегии, увеличивающие шансы перспективных идей пройти весь жизненный цикл до стадии зрелого, масштабного и устойчивого продукта.

Литература

1. Бурков В. Н., Скугаревский А. Г. Управление проектами. М.: Наука, 2006. 312 с.
2. Смирнов А. А. Методология итеративного жизненного цикла информационных продуктов. СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2012.
3. Трифонов Ю. Н. Жизненный цикл информационного продукта: формирование замысла, разработка, тиражирование и сопровождение. М.: Изд-во МЭСИ, 2010.
4. Adner R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem // Harvard Business Review. 2006. Vol. 84. No. 4. P. 98–107.
5. Afuah A. Digital business models and value creation in digital innovation ecosystems. 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/295389516.
6. Bass F. M. A new product growth model for consumer durables // Management Science. 1969. Vol. 15. No. 5. P. 215–227.
7. Christensen C.M. The Innovator’s Dilemma. Boston: Harvard Business School Press, 1997. 252 p.
8. Constine J. Instagram hits 1 billion monthly users, up from 800M in September // TechCrunch, 20 Jun. 2018.
9. Evans D.S., Schmalensee R. Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms. Boston: Harvard Business Review Press, 2016.
10. Freeman C., Clements P.R., Hopwood J.J. Human liver N-acetylglucosamine-6-sulphate sulphatase: purification and characterization // Biochemical Journal. 1987. Vol. 246. P. 347–354.
11. Hinings B., Gegenhuber T., Greenwood R. Digital platforms and ecosystems: Remarks on the dominant organizational forms of the digital age // Innovation: Organization & Management. 2018. Vol. 20. No. 1. P. 1–13. DOI: 10.1080/14479338.2018.1413634.

12. Iveson A., Hultman M., Davvetas V. The product life cycle revisited: an integrative review and research agenda // European Journal of Marketing. 2022. Vol. 56. No. 2. P. 467–499.

13. Katz M.L., Shapiro C. Network externalities, competition, and compatibility // American Economic Review. 1985. Vol. 75. No. 3. P. 424–440.

14. Levitt T. Exploit the product life cycle // Harvard Business Review. 1965. Vol. 43. No. 6. P. 81–94.

15. Moore J.F. Predators and prey: a new ecology of competition // Harvard Business Review. 1993. Vol. 71. No. 3. P. 75–86.

16. Nelson R. R., Winter S. G. An Evolutionary Theory of Economic Change. Boston: Harvard University Press, 1982.

17. Redmond T. Office 365 reaches 400 million paid seats // Microsoft Tech Community Blogs. 31 Jan. 2024. URL: https://techcommunity.microsoft.com/t5/microsoft-365-blog/microsoft-cloud-revenues-powered-by-office-365/ba-p/4044566.

18. Rogers E.M. Diffusion of Innovations. 5th ed. New York: Free Press, 2003.

19. Rowley P. The thing marketers get wrong: technology is about timeliness not trendiness // The Media Leader. 16 May 2023. URL: https://www.themedialeader.com/the-thing-marketers-get-wrong-technology-is-about-timeliness.

20. Spotify. About Spotify – company info // Spotify Newsroom, 2023. URL: https://newsroom.spotify.com/company-info/.

21. Statista. Number of active online banking users worldwide in 2020 with forecasts to 2024. 2022. URL: https://www.statista.com/statistics/1228757/online-banking-users-worldwide//.

22. Subramoniam R., Sundin E., Subramoniam S., Huisingh D. Riding the digital product life cycle waves towards a circular economy // Sustainability. 2021. Vol. 13. No. 16. Article 8960.

23. Sultan F., Farley J. U., Lehmann D. R. A meta-analysis of diffusion models // Journal of Marketing Research. 1990. Vol. 27. No. 1. P. 70–77.

24. Tyulin A., Chursin A. Product Life Cycle Management // In: The New Economy of the Product Life Cycle. Cham: Springer, 2020. P. 321–350.

25. Wang E. TikTok hits 1 billion monthly active users globally – company // Reuters, 27 Sep. 2021. URL: https://www.reuters.com/technology/tiktok-hits-1-billion-monthly-active-users-globally-company-2021-09-27/.

26. Yoo Y., Henfridsson O., Lyytinen K. The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research // Information Systems Research. 2010. Vol. 21. No. 4. P. 724–735.