

Гетерогенная модель ажиотажного цикла цифровых технологий

В. Ф. Минаков, email: m-m-m-m-m@mail.ru¹, Т. Е. Минакова, email: t.e.minakova@mail.ru², О. Ю. Дудко, email: shepeleva-olga@list.ru¹

¹ Санкт-Петербургский государственный экономический университет

² Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация. *Верифицирована обобщенная экономико-математическая модель распространения цифровых технологий. Модель отличается учетом влияния как информации, способствующей, так и информации, препятствующей распространению цифровых решений. Показано, что закономерности роста спроса и его купирования подчиняются общим закономерностям, описываемым диффузионными уравнениями, но с разнонаправленным влиянием на восприятие и использование нововведений.*

Ключевые слова: *цифровые технологии, жизненный цикл, цикл Гартнер, эффективность, гетерогенная модель, сигмоиды роста и спада потребительского спроса.*

Введение

Современные цифровые системы и технологии существенно повысили не только объем формируемой и используемой в бизнес-процессах информации, а также информационных потоков, но и изменили их семантические свойства [4]. В результате влияние смыслового контента информации оказывает столь существенное влияние, что меняет характеристики традиционных экономических процессов [2]. Особенно ярко такое влияние проявляется в трансформации динамических процессов распространения инноваций в их жизненном цикле [7]. Если в условиях ограниченности информации и информационных потоков динамика продаж инновационных продуктов [3] носила монотонный характер, описываемый диффузионными уравнениями с воздействием исключительно гомогенных факторов позитивного характера, то в последние годы жизненный цикл инноваций рассматривается как цикл Гартнер с фазами как позитивного, так и негативного характера.

Происходящие в настоящее время изменения характеризуют уровнем зрелости в виде отражения местоположения нововведения на кривой цикла Гартнер. В этой связи актуальной становится проблема

выявления закономерностей, нарушающих монотонность процессов распространения инноваций, а также верификация экономико-математической модели, адекватно отражающей фазы ажиотажного цикла.

1. Гетерогенная модель влияния факторов на распространение цифровых инновационных решений

Традиционные модели жизненного цикла инноваций базировались на учете тех факторов, которые позитивно влияют на распространение инновационных продуктов: новые свойства, улучшенные характеристики, экономические преимущества и т.п. В результате динамика распространения инноваций представлялась монотонным процессом – сигмной нарастающего характера, как это показано на рис. 1.

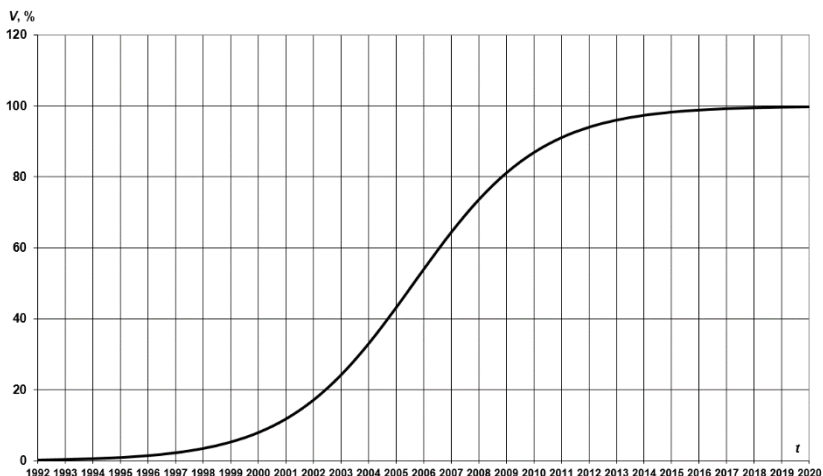


Рис. 1. Гомогенный характер влияния факторов распространения инноваций

Однако, по мере выхода каждой инновации на рынок проявляются негативные воздействия (например, информационные вбросы недобросовестных конкурентов), которые вызывают снижение интереса потребителей к продукту [5]. Приведем в качестве классического примера прецедент с нововведениями Николы Tesla по производству и передаче электрической энергии на переменном токе. Несмотря на достоинства такого метода традиционные системы Эдисона (на постоянном токе) доминированием масштаба коммерческого

использования долгое время препятствовали выводу на рынок систем Теслы. Важно отметить, что, несмотря на препятствия, в последующем в соответствии с кривой, приведенной на рис. 2, создание электроэнергетических систем и сетей для снабжения потребителей электрической энергии базируется на технологиях переменного тока.

Экономические факторы первоначально обусловили спад распространения средств демонстрации 3D фильмов (в частности, технологий стерео-70). И только в 21 веке получили распространение технологии 3D при съемках и демонстрации фильмов, включая телевизионные системы. Такая закономерность характерна для многих инновационных процессов в условиях цифровой экономики [2, 8].

Приведенные прецеденты изменчивости показателей экономической конъюнктуры, характеризующие закономерность не только роста, но и спада спроса на инновационные продукты, требуют верификации адекватной математической модели [1]. Очевидно, что влияние, например, негативной информации на восприятие инноваций имеет природу, аналогичную воздействию позитивной информации. Следовательно, характер негативного воздействия также может быть представлен S-образной кривой (сигмоидой). Поэтому распространение инноваций можно представить разностью соответствующих сигмоид.

В этом случае ажиотажный спрос сменяется интервалом времени падения интереса к инновации. Если диффузионная модель роста имеет решение в форме:

$$c_p^*(t) = 1 / \left(1 + e^{-\frac{(t-t_p)}{T_p}} \right), \quad (1)$$

то решение, отражающее падение, имеет вид:

$$c_n^*(t) = -1 / \left(1 + e^{-\frac{(t-t_n)}{T_n}} \right) \quad (2)$$

Синтез перечисленных разнонаправленных изменений (например, динамики инновационных процессов) позволяет записать обобщенное решение:

$$c^*(t) = \sum_{i=1}^I \left[1 / \left(1 + e^{-\frac{(t-t_{o,i})}{T_{p,i}}} \right) - k_i / \left(1 + e^{-\frac{(t-t_{n,i})}{T_{n,i}}} \right) \right] \quad (3)$$

где k_i – сила влияния негативных факторов в сравнении с позитивными, обуславливающими подъем спроса на инновационные продукты;

i – номер фазы цикла в динамике спроса на инновационные решения.

Последняя модель в диапазоне изменения времени в 500 единиц (например, дней), графически представлена на рис. 2.

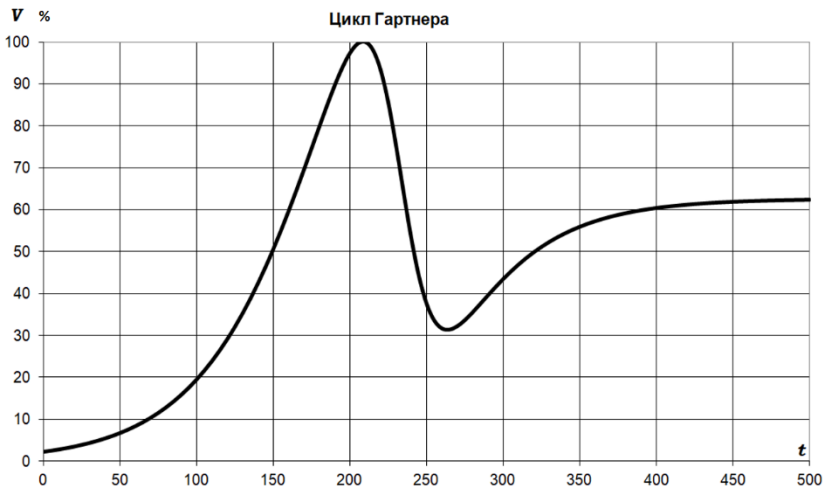


Рис. 2. Гетерогенный характер распространения инноваций

Рассмотрим первый частный случай гетерогенной модели. Им является модель жизненного цикла Роджерса для инновационных продуктов. В этом случае число фаз жизненного цикла равно единице и включает тренд роста: восходящая сигмоида, а также тренд спада – сигмоиду нисходящего характера, причем, диапазоны изменений при росте и спаде равны. В результате модель описывает жизненный цикл, вплоть до полного вытеснения (и утилизации) продукта. Такая ситуация имела место с множеством предшествующих версий операционных систем, а также офисных приложений компании Microsoft.

Второй частный случай, получаемый из обобщенного решения диффузионных процессов роста и спада – модель цикла Гартнер с однократным воздействием факторов негативного характера:

$$C^*(t) = 1 / \left(1 + e^{-\frac{(t-t_0)}{T_p}} \right) - k / \left(1 + e^{-\frac{(t-t_n)}{T_n}} \right). \quad (4)$$

Получаемый на базе такой модели результат адекватен ажиотажному циклу Гартнер и отражает его основные фазы. Результаты численного представления процессов распространения инноваций на такой основе позволяет прогнозировать количественно как объемы максимального спроса, его снижения, фазы стабильного спроса, а также утилизации [6].

2. Моделирование гетерогенного воздействия факторов на рост и торможение распространения цифровых инноваций

Рисунок 2 визуализирует распространение инновационных продуктов количественно (для примера – с нормированием максимума к 100 относительным единицам, например, процентам), отражающее учет цикл ажиотажных процессов предложенной математической моделью.

Рис. 2 показывает, что разработанная модель адекватна временной динамике распространения инноваций в соответствии с циклом Gartner, отражая запуск инноваций (например, технологий), ажиотаж (например, информационный хайп, пик завышения ожиданий), спад спроса, дно спроса, плато потребления. Моделирование выполнено с использованием следующих значений параметров: $t_p=200$; $t_n=233$; $k=0,7$; $T_p=44$; $T_n=11$. Изменению соотношения k в диапазоне от 0,1 до 0,8 соответствуют результаты, представленные на рис. 3.

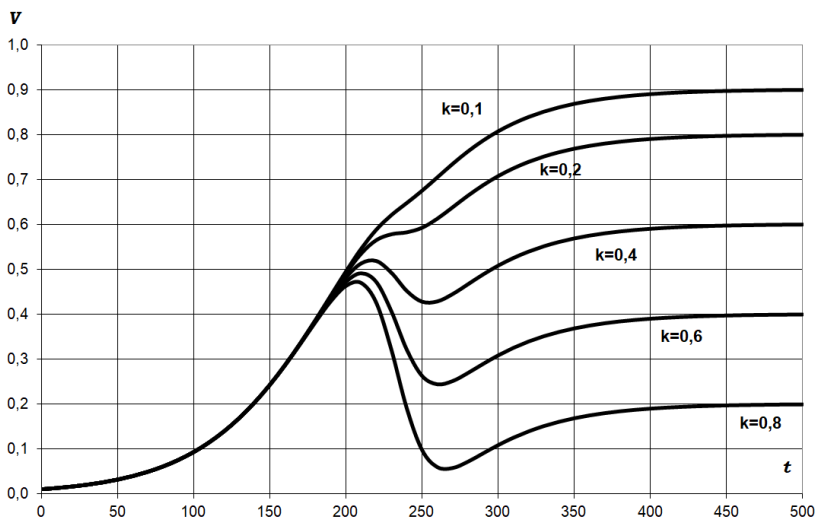


Рис. 3. Влияние факторов противодействия на цикл Gartner

Важным свойством разработанной экономико-математической модели является прямое соответствие параметров модели и параметров экономических процессов, а соответственно – возможность их измерения в режиме реального времени. Поэтому идентификация названных величин математическими методами позволяет получать реальные величины, во-первых, характеризующие цикл ажиотажа, во-

вторых, использовать их в качестве метрик, используемых в управлении экономическими процессами (например, инновациями), и измеряемых в реальных экономических системах, например, для мониторинга, контроля и управления.

Заключение

Предложенный метод суперпозиции диффузионных трендов представления противоположно направленных процессов роста и снижения спроса на инновационные продукты позволяет верифицировать экономико-математическую модель жизненного цикла инноваций, адекватную ажиотажным процессам роста и спада их потребления. В частном случае разработанная модель описывает цикл ажиотажа, предложенный компанией Гартнер, отражающий этапы распространения инноваций, что позволяет прогнозировать динамику потребления инновационных продуктов.

Литература

1. Путькина, Л. В. Динамика концепции развития предпринимательских структур // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2-3 (33). – С. 79-80.
2. Путькина, Л. В. Корреляция экономического роста и информационных ресурсов // В сборнике: Россия, Европа, Азия: цифровизация глобального пространства. Сборник научных трудов II международного научно-практического форума. Под редакцией В.А. Королева. – 2019. – С. 289-291.
3. Путькина, Л. В. Особенности инновационных предпринимательских структур // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2-3 (33). – С. 80-82.
4. Путькина, Л. В. Эффективность интеллектуальных технологий в ИТ-инфраструктуре предприятия // В сборнике: Производственные и информационные аспекты стратегического развития социально-экономических процессов. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2020. – С. 364-368.
5. A spatio-dynamic modelling of environmental safety of the Russian Federation regions / V. V. Glinskiy [и др.] // Procedia Manufacturing. – 2017. – Т. 8. – С. 315-322.
6. Borisov, V. N. Improving the factor efficiency of machinery in the regions of the Russian Federation / V. N. Borisov, D. B. Kuvalin, O. V. Pochukaeva // Studies on Russian Economic Development. – 2018. Т. 29. – № 4. – С. 377-386.

7. Borisov, V. N. Assessment of the innovation factor contribution to the intersectoral complex development program / V. N. Borisov, O. V. Pochukaeva // Studies on Russian Economic Development. – 2000. – Т. 11. № 5. – С. 448-457.

8. Sources of high-tech business financing: experience of empirical research / N. A. Kravchenko [и др.] // Academy of Accounting and Financial Studies Journal. – 2017. – Т. 21. № 3. – С. 12–14.