

УДК 539.374

К теории диффузии инноваций, учитывающей вариации коэффициентов имитации и нелинейный характер насыщения общего объема рынка

А.Ю. Егорова, Л.А. Сараев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С. П. Королева, Россия, 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Аннотация

В публикуемой статье предложено обобщение математических моделей диффузии потребительских инноваций на случай переменных коэффициентов имитации и нелинейных вариантов насыщения общего объема рынка. Построено дифференциальное уравнение диффузии потребительских инноваций, учитывающее вариации коэффициента имитации и нелинейность процесса насыщения общего объема рынка. Рассмотрены возможные сценарии развития процесса диффузии инноваций, соответствующие различным комбинациям вариантов изменений переменных коэффициентов имитации с вариантами нелинейных способов насыщения общего объема рынка. Численный анализ разработанной модели показал хорошее соответствие известным статистическим данным роста числа пользователей глобальной сети интернет в России.

Ключевые слова: потребители новаторы; потребители имитаторы; инновация; диффузия инноваций; коэффициент инновации; коэффициент имитации; скорость насыщения.

Получение: 21 декабря 2024 г. / Исправление: 21 января 2025 г. /

Принятие: 21 февраля 2025 г. / Публикация онлайн: 31 марта 2025 г.

Математические статистические и инструментальные методы экономики (научная статья)

© Коллектив авторов, 2025

© Самарский университет, 2025 (составление, дизайн, макет)

⌗ Контент публикуется на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

Образец для цитирования:

Егорова А.Ю., Сараев Л.А. К теории диффузии инноваций, учитывающей вариации коэффициентов имитации и нелинейный характер насыщения общего объема рынка // *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*, 2025. Т. 16, № 1. С. 34–43.
doi:<http://doi.org/10.18287/2542-0461-2025-16-1-34-43>.

Сведения об авторах:

Алёна Юрьевна Егорова  <http://orcid.org/0000-0001-7374-3663>

старший преподаватель кафедры математики и бизнес-информатики; e-mail: egorovaalena@inbox.ru

Леонид Александрович Сараев  <http://orcid.org/0000-0003-3625-5921>

доктор физико-математических наук, профессор; профессор кафедры математики и бизнес-информатики;
e-mail: saraev_leo@mail.ru

Введение

Совершенствование методов прогнозирования освоения рыночного пространства инновационными товарами, обладающими принципиально новыми свойствами, представляет собой одну из наиболее актуальных проблем современной экономической теории.

В условиях динамично изменяющихся рынков и усиления конкуренции разработка точных и надежных инструментов для анализа и прогнозирования процессов диффузии инноваций становится ключевым фактором успешного управления инновационной деятельностью.

Создание новых экономико-математических моделей, способных адекватно отражать реальные процессы распространения инноваций, позволяет решать широкий спектр задач, связанных с оценкой скорости роста продаж инновационных товаров, анализом изменения потребительских предпочтений, учетом влияния расширения или сужения рыночного пространства, а также расчетом параметров захвата рынков новыми продуктами [1–6].

Такие модели являются важным инструментом для принятия стратегических решений в области маркетинга, управления производством и разработки инновационной политики.

В настоящее время широко используются классические модели диффузии инноваций, такие как модель Басса, которые предполагают, что коэффициенты имитации, описывающие рост числа потребителей-имитаторов, являются постоянными величинами.

Кроме того, в этих моделях процесс насыщения рынка часто рассматривается как линейный. Однако такие допущения не всегда соответствуют реальным условиям, особенно в случае товаров с принципиально новыми свойствами, где динамика потребительского поведения может быть нелинейной и зависеть от множества факторов, включая изменение числа потенциальных покупателей, влияние маркетинговых стратегий и внешних экономических условий [7–12].

Разработка новых математических моделей, в которых коэффициенты имитации зависят от числа потребителей-имитаторов, а процесс насыщения рынка описывается нелинейными функциями, позволяет более точно оценивать скорость роста продаж инновационных товаров, прогнозировать показатели захвата рынков, а также рассчитывать временные интервалы стагнации или снижения продаж.

Особенность предлагаемой модели заключается в учете изменения во времени следующих параметров:

- общего числа потенциальных покупателей — в отличие от классических моделей, где этот показатель считается фиксированным, в новой модели он может варьироваться в зависимости от внешних и внутренних факторов;
- числа покупателей-новаторов — потребителей, которые первыми приобретают инновационный товар;
- числа покупателей-имитаторов — потребителей, которые принимают решение о покупке под влиянием других покупателей.

Кроме того, модель способна описывать различные сценарии заполнения рынка инновационным товаром, включая случаи, когда рынок достигает насыщения, а также ситуации, когда наблюдается снижение спроса или стагнация продаж.

Целью данной работы является разработка новой экономико-математической модели диффузии инноваций, которая учитывает нестабильное поведение потребителей и позволяет более точно прогнозировать динамику продаж инновационных товаров.

Модель представляет собой нелинейное дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами, что позволяет учитывать сложные взаимосвязи между параметрами рынка и поведением потребителей.

Основные преимущества модели:

1. Гибкость — модель позволяет учитывать изменение числа потенциальных покупателей, что делает ее применимой для анализа рынков с нестабильной динамикой.
2. Нелинейность — учет нелинейных процессов насыщения рынка позволяет более точно прогнозировать динамику продаж.
3. Адаптивность — модель может быть адаптирована для анализа различных типов инновационных товаров и рыночных условий.

Разработанная модель может быть использована для:

- прогнозирования динамики продаж инновационных товаров;
- оценки влияния маркетинговых стратегий на процесс диффузии инноваций;
- анализа факторов, влияющих на скорость захвата рынка новыми продуктами;
- принятия решений в области управления инновационной деятельностью и разработки стратегий вывода новых товаров на рынок.

Совершенствование методов прогнозирования освоения рыночного пространства инновационными товарами с принципиально новыми свойствами является важным направлением развития экономической теории.

Разработка новых экономико-математических моделей, учитывающих нелинейные процессы и нестабильное поведение потребителей, позволяет более точно анализировать и прогнозировать динамику продаж, что способствует повышению эффективности управления инновационной деятельностью и укреплению конкурентных позиций компаний на рынке.

1. Уравнения динамики диффузии инноваций с переменными коэффициентами имитации и нелинейным насыщением общего объема рынка

Пусть на некотором рынке товаров и услуг появляется и распространяется принципиально новый продукт, товар или услуга.

Обозначим общий объем рынка U_∞ — общее число потенциальных покупателей рассматриваемого товара, $U(t)$ — число покупателей этого товара в текущий момент времени t .

Ограниченная функция $U(t)$

$$0 \leq U(t) \leq U_\infty$$

непрерывного аргумента t принимается непрерывной и непрерывно дифференцируемой на временном интервале $(0 \leq t < \infty)$.

Для составления уравнения динамики диффузии инноваций рассмотрим приращение числа покупателей инновационного товара $\Delta U(t) = U(t + \Delta) - U(t)$ за некоторый промежуток времени Δt , которое можно представить в виде двух слагаемых

$$\Delta U(t) = \Delta U^N(t) + \Delta U^I(t). \quad (1)$$

Здесь $\Delta U^N(t)$ — частичное приращение числа покупателей-новаторов, ориентирующихся на рекламу и средства массовой информации, за промежуток времени Δt ; $\Delta U^I(t)$ — частичное приращение числа покупателей-имитаторов, полагающихся на отзывы уже совершивших приобретение людей, за промежуток времени Δt .

Величины $\Delta U^N(t)$, $\Delta U^I(t)$ можно представить в виде

$$\begin{cases} \Delta U^N(t) = A \cdot F\left(\frac{U(t)}{U_\infty}\right) \cdot \Delta t, \\ \Delta U^I(t) = B(U(t)) \cdot F\left(\frac{U(t)}{U_\infty}\right) \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь

$A = a \cdot U_\infty$ — фиксированная доля покупателей-новаторов общего числа потенциальных покупателей U_∞ , a — постоянный коэффициент инновации;

$B = B(U(t))$ — доля покупателей-имитаторов от числа покупателей уже совершивших покупку $U(t)$;

$F = F\left(\frac{U(t)}{U_\infty}\right)$ — безразмерная функция, описывающая нелинейный процесс насыщения рынка инновационным товаром.

Подставляя формулы (2) в соотношение (1), находим

$$\Delta U(t) = \left(A + B(U(t)) \right) \cdot F\left(\frac{U(t)}{U_\infty}\right) \cdot \Delta t. \quad (3)$$

Переходя в соотношении (3) к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, находим нелинейное дифференциальное уравнение

$$\frac{dU(t)}{dt} = \left(A + B(U(t)) \right) \cdot F\left(\frac{U(t)}{U_\infty}\right). \quad (4)$$

Если доля покупателей-имитаторов возрастает пропорционально числу покупателей уже совершивших покупку, то функция $B = b \cdot U$ является линейной относительно переменной U , с постоянным коэффициентом имитации $b = \text{const}$.

Если процесс роста доли покупателей-имитаторов не является пропорциональным, то функция $B = B(U)$ будет отклоняться от линейной функции $B = b \cdot U$ либо в сторону увеличения, либо в сторону уменьшения.

Такие отклонения функции доли покупателей-имитаторов $B = B(U)$ можно описать с помощью величины её эластичности.

Безразмерная величина эластичности доля покупателей-имитаторов $E_B = E_B(U)$ показывают, на сколько процентов изменится функция $B = B(U)$, если число покупателей этого товара в текущий момент времени U изменится на один процент.

Таким образом, функция доли покупателей-имитаторов $B = B(U)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению [5]

$$\frac{dB}{dU} \cdot \frac{U}{B} = E_B(U). \quad (5)$$

Начальным условием для уравнения (5) является условие пропорциональности функции $B = B(U)$ в бесконечно малой окрестности точки $U = 0$

$$\left. \frac{dB}{dU} \right|_{U=0} = b. \quad (6)$$

Следует отметить, что линейная функция доли покупателей-имитаторов $B = B(U)$

является решением задачи Коши (5), (6) при единичной эластичности $E_B(U) \equiv 1$.

Отклонения функции доли покупателей-имитаторов $B = B(U)$ от линейной зависимости будет только в том случае, когда эластичность $E_B = E_B(U)$ при увеличении величины U будет изменяться от единичного значения до некоторого постоянного значения h /

При значениях $h > 1$ функция доли покупателей-имитаторов $B = B(U)$ будет отклоняться от линейной функции $B = b \cdot U$ в сторону увеличения, при значениях $h < 1$ функция доли покупателей-имитаторов $B = B(U)$ будет отклоняться от линейной функции $B = b \cdot U$ в сторону уменьшения.

В качестве функции эластичности $E_B = E_B(U)$ примем дробно-линейную функцию

$$E_B = \frac{h \cdot U + U_H}{U + U_H}. \quad (7)$$

Здесь U_H — значение ресурса U , при котором эластичность $E_B = E_B(U)$ принимает среднее значение $E_B(U_H) = \frac{1+h}{2}$.

Решениями задач Коши (5), (6) с формулами для эластичности (7) будет функция

$$B(U) = b \cdot U \cdot \left(\frac{1 + U_H}{U + U_H} \right)^{1-h}. \quad (8)$$

На рис. 1 показаны варианты кривых функции доли покупателей-имитаторов (8) для различных значений параметра h .

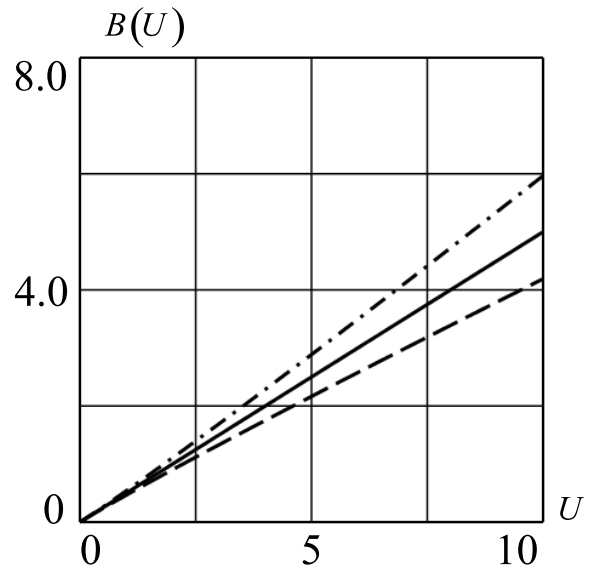
Для пропорционального линейного процесса насыщения рынка инновационным товаром безразмерная функция $F = F\left(\frac{U}{U_\infty}\right)$ имеет вид [5]

$$F\left(\frac{U}{U_\infty}\right) = 1 - \frac{U}{U_\infty}.$$

Следует отметить, что в этом случае при захвате половины рынка $\left(U = \frac{U_\infty}{2}\right)$ функ-

Рис. 1: Варианты кривых функции доли покупателей-имитаторов (8) для различных значений параметра h . Штриховая линия соответствует значению параметра $h = 0.95$; сплошная линия соответствует значению параметра $h = 1.0$; штрихпунктирная линия соответствует значению параметра $h = 1.05$.

Fig. 1: Variants of curves of the function of the proportion of imitator buyers (8) for different values of the parameter h . The dashed line corresponds to the parameter value $h = 0.95$; the solid line corresponds to the parameter value $h = 1.0$; the dash-dotted line corresponds to the parameter value $h = 1.05$.



ция насыщения принимает значение $\left(F = \frac{1}{2}\right)$.

Для непропорционального нелинейного процесса насыщения рынка инновационным товаром безразмерная функция $F = F\left(\frac{U}{U_\infty}\right)$ в точке $\left(U = \frac{U_\infty}{2}\right)$ будет отклоняться от значения $\left(F = \frac{1}{2}\right)$ на некоторую величину ξ .

В этом случае функцию $F = F\left(\frac{U}{U_\infty}\right)$ целесообразно задавать в виде

$$F\left(\frac{U}{U_\infty}\right) = p \cdot \left(\frac{U}{U_\infty}\right)^2 + q \cdot \left(\frac{U}{U_\infty}\right) + 1.$$

Неопределенные коэффициенты p и q являются решениями системы уравнений

$$\begin{cases} p + q + 1 = 0, \\ \frac{p}{4} + \frac{q}{2} + 1 = \frac{1}{2} + \xi, \end{cases}$$

и имеют вид

$$\begin{cases} p = -4 \cdot \xi, \\ q = 4 \cdot \xi - 1. \end{cases}$$

Таким образом, безразмерная функция насыщения $F = F\left(\frac{U}{U_\infty}\right)$ принимает вид

$$F\left(\frac{U}{U_\infty}\right) = 1 + (4 \cdot \xi - 1) \cdot \left(\frac{U}{U_\infty}\right) - 4 \cdot \xi \cdot \left(\frac{U}{U_\infty}\right)^2. \quad (9)$$

На рис. 2 показаны варианты кривых безразмерной функции насыщения (9) для различных значений параметра ξ .

Подставляя формулы (8) и (9) в уравнение (4), находим

$$\begin{aligned} \frac{dU(t)}{dt} = & \left(a \cdot U_\infty + b \cdot U(t) \cdot \left(\frac{1 + U_H}{U(t) + U_H} \right)^{1-h} \right) \times \\ & \times \left(1 + (4 \cdot \xi - 1) \cdot \left(\frac{U(t)}{U_\infty} \right) - 4 \cdot \xi \cdot \left(\frac{U(t)}{U_\infty} \right)^2 \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Начальное условие для уравнения (10) имеет вид

$$U \Big|_{t=0} = U(0) = U_0. \quad (11)$$

Очевидно, что если процесс диффузии инноваций наблюдается с самого начала, то $U_0 = 0$. В противном случае значение U_0 может отличаться от нуля.

В общем случае нелинейная задача Коши (10), (11) может быть решена только чис-

ленно.

Следует отметить, что при $h = 1$ и $\xi = 0$ уравнение диффузии инноваций (10) совпадает с известным уравнением Ф. Басса [6].

На рис. 3 показаны варианты кривых функции $U = U(t)$, полученные в результате решения задачи Коши (10) с начальным условием (11) для различных значений параметров ξ и h .

Рис. 2: Варианты кривых безразмерной функции насыщения (9) для различных значений параметра ξ . Штриховая линия соответствует значению параметра $\xi = -0.1$; сплошная линия соответствует значению параметра $\xi = 1$; штрихпунктирная линия соответствует значению параметра $\xi = 0.15$.

Fig. 2: Variants of the curves of the dimensionless saturation function (9) for different values of the parameter ξ . The dashed line corresponds to the parameter value $\xi = -0.1$; the solid line corresponds to the parameter value $\xi = 1$; the dash-dotted line corresponds to the parameter value $\xi = 0.15$.

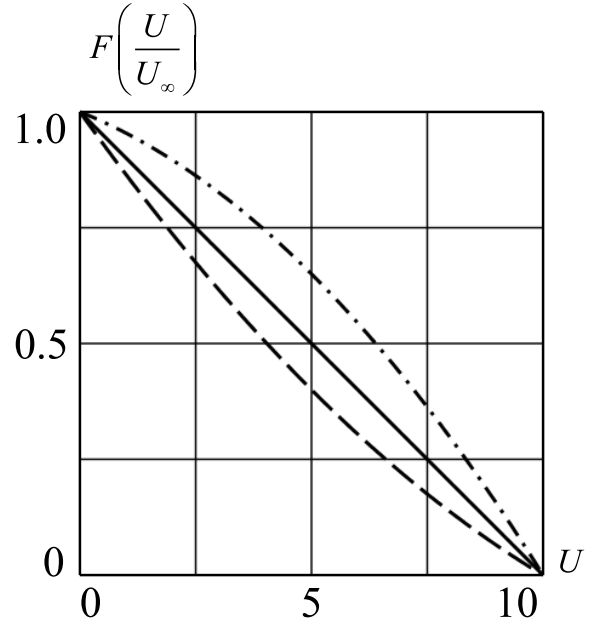
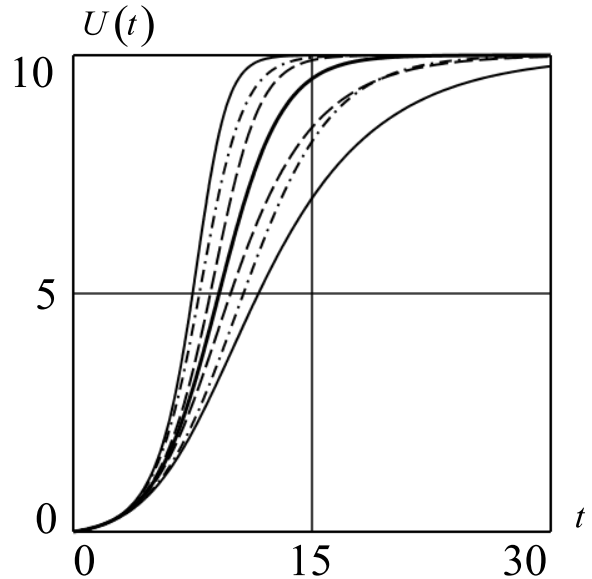


Рис. 3: Варианты кривых функции $U = U(t)$, полученные в результате решения задачи Коши (10) с начальным условием (11) для различных значений параметров ξ и h . Штриховые линии соответствуют значениям параметров $h = 1$, $\xi = \pm 0.07$; штрихпунктирные линии соответствуют значениям параметров $h = 1 \pm 0.07$, $\xi = 0$; тонкие сплошные линии соответствуют значениям параметров $h = 1 \pm 0.07$, $\xi = \pm 0.07$; жирная сплошная линия соответствует значениям параметров $h = 1$, $\xi = 0$.

Fig. 3: Variants of curves of the function $U = U(t)$ obtained as a result of solving the Cauchy problem (10) with the initial condition (11) for different values of the parameters ξ and h . Dashed lines correspond to the parameter values $h = 1$, $\xi = \pm 0.07$; dash-dotted lines correspond to the parameter values $h = 1 \pm 0.07$, $\xi = 0$; thin solid lines correspond to the parameter values $h = 1 \pm 0.07$, $\xi = \pm 0.07$; thick solid line corresponds to the parameter values $h = 1$, $\xi = 0$.



Заключение

1. В публикуемой статье предложено обобщение математических моделей диффузии потребительских инноваций на случай переменных коэффициентов имитации и нелинейных вариантов насыщения общего объема рынка.
2. Построено дифференциальное уравнение диффузии потребительских инноваций, учитывающее вариации коэффициента имитации и нелинейность процесса насыщения общего объема рынка.
3. Рассмотрены возможные сценарии развития процесса диффузии инноваций, соответствующие различным комбинациям вариантов изменений переменных коэффициентов имитации с вариантами нелинейных способов насыщения общего объема рынка.
4. Численный анализ разработанной модели показал хорошее соответствие известным статистическим данным роста числа пользователей глобальной сети интернет в России.

Конкурирующие интересы: Конкурирующих интересов нет.

Библиографический список

1. Bass F.M. A new product growth model for consumer durables (Bass Diffusion Model) // Management Science. 1969. Т. 15. С. 215–227. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.15.5.215>.
2. Brown L. Innovation diffusion: a new perspective // New York: Methuen. 1981. 368 с.
3. Mahajan V., Peterson R. Models for Innovation Diffusion (Quantitative Applications in the Social Sciences). Sage University Paper. 1985. 87 с. DOI: <https://doi.org/10.4135/9781412985093>.
4. Rogers E. Diffusion of Innovations // New York: Free Press. 2002. 576 с.
5. Meade N., Islam T. Modelling and forecasting the diffusion of innovation — a 25-year review // International Journal of Forecasting. 2006. № 22. С. 514–545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.01.005>.
6. Hagerstrand T. Innovation Diffusion as a Spatial Process // Chicago. 1967. 334 с.
7. Леонова М.В., Шинкевич А.И. Диффузия инноваций. Модели и технологии управления: монография. Казань. 2014. 163 с. ISBN: 978-5-7882-1659-1. EDN: ZGJWUR.
8. Букин К.А. Диффузия инноваций: модель эволюционных процессов // Экономическая политика. 2015. Т.10. № 6. С. 133–143. EDN: VCKTJX.
9. Коваленко Н.В., Безновская В.В. Диффузия инноваций на основе механизма спилловера // Международный научный журнал. 2018. № 1. С. 7–12. EDN: XRMZXF.
10. Краева А.А., Шмарина С.В. Жизненный цикл, распространение и диффузия инноваций // Синергия Наук. 2019. № 32. С. 17–23. EDN: YYJZHN.
11. Киселева О.Н. Диффузия организационно-управленческих инноваций как фактор интенсификации процессов экономического развития предприятий России // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2020. Т. 15. № 2. С. 307–323. EDN: URKQFP.
12. Попова Л.В., Лата М.С., Мелихов П.А. Диффузия аграрных инноваций в условиях трансформации региональной экономики к новому технологическому укладу // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 4 (48). С. 283–290. EDN: XPSQEC.

On the theory of innovation diffusion that takes into account variations in imitation coefficients and the nonlinear nature of saturation of the total market volume

A.Yu. Egorova, L.A. Saraev

Samara National Research University, 34, Moskovskoe shosse, Samara, 443086,
Russian Federation.

Abstract

The published article proposes a generalization of mathematical models of consumer innovation diffusion for the case of variable imitation coefficients and nonlinear variants of total market saturation. A differential equation of consumer innovation diffusion is constructed, taking into account variations in the imitation coefficient and nonlinearity of the total market saturation process. Possible scenarios for the development of the innovation diffusion process are considered, corresponding to various combinations of variants of changes in variable imitation coefficients with variants of nonlinear methods of total market saturation. Numerical analysis of the developed model showed good agreement with known statistical data on the growth in the number of users of the global Internet in Russia.

Keywords: innovator consumers; imitator consumers; innovation; innovation diffusion; innovation coefficient; imitation coefficient; saturation rate.

Received: Saturday 21st December, 2024 / Revised: Tuesday 21st January, 2025 /
Accepted: Friday 21st February, 2025 / First online: Monday 31st March, 2025

Competing interests: No competing interests.

Mathematical Statistical and Instrumental Methods of Economics (Research Article)

© Authors, 2025

© Samara University, 2025 (Compilation, Design, and Layout)

⌚ The content is published under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Please cite this article in press as:

Egorova A.Yu., Saraev L.A. On the theory of innovation diffusion that takes into account variations in imitation coefficients and the nonlinear nature of saturation of the total market volume, *Vestnik Samarskogo Universiteta. Ekonomika i Upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2025, vol. 16, no. 1, pp. 34–43. doi:<http://doi.org/10.18287/2542-0461-2025-16-1-34-43> (In Russian).

Authors' Details:

Alena Yu. Egorova  <http://orcid.org/0000-0001-7374-3663>

Senior Lecturer of the Mathematics and Business Informatics Department; e-mail: egorovaalena@inbox.ru

Leonid A. Saraev  <http://orcid.org/0000-0003-3625-5921>

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Professor of the Mathematics and Business Informatics Department; e-mail: saraev_leo@mail.ru

References

1. Bass F.M. A new product growth model for consumer durables (Bass Diffusion Model) // *Management Science*. 1969. Vol. 15. pp. 215–227. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.15.5.215>.
2. Brown L. *Innovation diffusion: a new perspective* // New York: Methuen. 1981. 368 p.
3. Mahajan V., Peterson R. *Models for Innovation Diffusion (Quantitative Applications in the Social Sciences)*. Sage University Paper. 1985. 87 p. DOI: <https://doi.org/10.4135/9781412985093>.
4. Rogers E. *Diffusion of Innovations* // New York: Free Press. 2002. 576 p.
5. Meade N., Islam T. Modelling and forecasting the diffusion of innovation — a 25-year review // *International Journal of Forecasting*. 2006. No. 22. pp. 514–545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.01.005>.
6. Hagerstrand T. *Innovation Diffusion as a Spatial Process* // Chicago. 1967. 334 p.
7. Leonova M.V., Shinkevich A.I. *Diffusion of innovations. Management models and technologies: monograph*. Kazan. 2014. 163 p. ISBN: 978-5-7882-1659-1. EDN: ZGJWUR. (In Russ.)
8. Bukin K.A. Diffusion of innovations: a model of evolutionary processes // *Economic policy*. 2015. Vol.10. No. 6. pp. 133–143. EDN:VCKTJX. (In Russ.)
9. Kovalenko N.V., Beznovskaya V.V. Diffusion of innovations based on the spillover mechanism // *International scientific journal*. 2018. No. 1. pp. 7–12. EDN: XRMZXF. (In Russ.)
10. Kraeva A.A., Shmarina S.V. Life cycle, distribution and diffusion of innovations // *Synergy of Sciences*. 2019. No. 32. pp. 17–23. EDN: YYJZHN. (In Russ.)
11. Kiseleva O.N. Diffusion of organizational and managerial innovations as a factor in the intensification of economic development processes of Russian enterprises // *Bulletin of Perm University. Series: Economics*. 2020. Vol. 15. No. 2. pp. 307–323. EDN: URKQFP. (In Russ.)
12. Popova L.V., Lata M.S., Melikhov P.A. Diffusion of agricultural innovations in the context of transformation of the regional economy to a new technological order // *Natural Sciences and Humanities*. 2023. No. 4 (48). pp. 283–290. EDN:XPSQEC. (In Russ.)