

DOI: 10.55643/fcaptop.2.43.2022.3525

**Мажара Г. А.**

доктор філософії з економіки,  
старший викладач кафедри  
математичного моделювання  
економічних систем, Національний  
технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», Україна;  
e-mail: [SkyDoor13@gmail.com](mailto:SkyDoor13@gmail.com);  
ORCID: [0000-0002-1860-756X](https://orcid.org/0000-0002-1860-756X)  
(Corresponding author)

**Капустян В. О.**

доктор фізико-математичних наук,  
професор, завідувач кафедри  
математичного моделювання  
економічних систем, Національний  
технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», Україна;  
ORCID: [0000-0002-5035-809X](https://orcid.org/0000-0002-5035-809X)

Received: 30/10/2021

Accepted: 03/12/2021

Published: 29/04/2022

© Copyright  
2022 by the author(s)



This is an Open Access article  
distributed under the terms of the  
[Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ СПОЖИВАЧІВ НА ТОВАРНОМУ РИНКУ

### АНОТАЦІЯ

В атмосфері формування ринкових відносин і створення конкурентного середовища підприємства, які прагнуть досягти конкурентної переваги, постають перед необхідністю врахування поведінки споживача в умовах економічного обміну. Наука про поведінку споживача охоплює широку область: це наука про процеси, що відбуваються, коли індивіди або групи вибирають і купують товари і послуги, користуються ними

і позбавляються їх з метою задоволення своїх потреб. Об'єкт дослідження – динамічна поведінка споживачів. Метою нашого дослідження є побудова динамічної моделі, що зображує зміну дій гравців залежно від зміни їхньої корисності від товару в часі на обмеженому ринку матеріальних благ. У процесі дослідження використані методи теорії ігор, динамічного моделювання, імітаційного моделювання і сценарного підходу на прикладі неокласичної моделі рівноваги товарів на обмеженому ринку між фіксованою кількістю гравців. Ураховано зміну чинників у часі. Розв'язано задачу динамічного моделювання.

Було побудовано динамічну модель, що зображує зміну дій гравців залежно від зміни їхньої корисності від товару в часі на обмеженому ринку матеріальних благ. За допомогою проведеного дослідження було побудовано декілька сценаріїв поведінки споживачів. А саме: симетричний сценарій, сценарій кооперації цілей та в разі відсутності кооперації. Порівняно ефективність сценаріїв: 1-2 – це 92 %, 2-3 – це 68 %, 1-3 – це 63 %. Як можна побачити, часткова кооперація за цілями у споживачів знижує показник корисності незначно, а от її загальна відсутність – більше ніж на третину. Проаналізовано та доведено адекватність використання цього підходу до моделювання. Установлено, що не лише гравці беруть участь у формуванні вибору набору благ, через зміну корисності товару, а й продавець за допомогою зміни ціни. Продавець, вбачаючи попит на свій товар, підіймає на нього ціну і, навпаки, якщо жоден із гравців не придбав к товар, продавець змушений знизити ціну. Це підтверджує загальноприйняту економічну теорію про рівновагу попиту і пропозиції на ринку. Але розглянуто щодо споживання гравцями. Порівняно поведінку гравців за умови неврахування чинників зазначених вище і продемонстровано їхню необхідність при моделюванні.

**Ключові слова:** поведінкова економіка, динамічне моделювання, ухвалення рішень, теорія ігор, рівноваги

**JEL Класифікація:** D91

### ВСТУП

В атмосфері формування ринкових відносин і створення конкурентного середовища підприємства, які прагнуть досягти конкурентної переваги, постають перед необхідністю врахування поведінки споживача в умовах економічного обміну.

В атмосфері ринкових відносин і створення конкурентного середовища компанії, які прагнуть досягти конкурентних переваг, зіштовхуються з необхідністю врахувати поведінку споживачів щодо економічного обміну.

Наука про поведінку споживачів охоплює широку сферу: це наука про процеси, які відбуваються, коли окремі особи або групи обирають і купують товари та послуги, користуються ними та позбавляють їх для задоволення своїх потреб. Раніше цей

предмет називався поведінкою покупця, зосереджуючись на взаємодії між споживачами

і виробниками під час купівлі (обміну). Сьогодні більшість економістів визнають, що процес споживання розтягується з плином часу і не обмежується лише обміном, коли споживач дає гроші й отримує товар або послугу у відповідь.

## АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Відомий у світі маркетолог Ф. Котлер зазначив, що в сучасній економіці слід розвивати нейропідхід, який будується на дослідженні свідомості споживача. При застосуванні такого підходу до вивчення споживчої поведінки можна буде трансформувати маркетинг у науку управління попитом [1]. Це не просто, оскільки нерідко споживач говорить про бажання придбати одне, а купує інше, не усвідомлюючи спонукальних мотивів такої покупки. Тому економісти повинні вивчати стереотипи споживчої поведінки, потреби споживача, сприйняття ним переваги товару, маршрути до магазинів тощо.

Вивчення людей як споживачів почалося тільки зі середини 1960-х років. А 1968 року лауреат Нобелівської премії Г. Беккер [2] опублікував роботу «Злочин і покарання: економічний підхід», у якій обґрунтував, що у процесі ухвалення економічних рішень діють психологічні чинники. Перший, хто помітив поведінкові аспекти, а саме суб'єктивні чинники ринкових взаємовідносин на ринку вживаних авто, був Дж. Акерлоф [3], який 1970 року написав статтю «Ринок "лимонів": невизначеність якості та ринковий механізм». А 1979 року два фахівці з когнітивної психології Амос Тверські і Даніель Канеман [4] опублікували працю під назвою «Теорія перспектив: вивчення процесу ухвалення рішень в умовах ризику», де узагальнили спостереження вчених, отриманих емпіричним шляхом. В кінці XX століття, запропонована Бернуллі, теорія суб'єктивної цінності багатства отримала подальший розвиток у працях А. Тверські і Д. Канеман [5]. Автори зробили висновок, що при виборі в умовах ризику цінність багатства залежить не тільки від поточного стану. Актуальність теми відтоді тільки збільшувалась. В. Ушкальов [6], К. Безгін [7], Л. Ширінян [8], написали підручники, М. Полані [9], Л. Страшинська [10], О. Прокопенко [11], актуальні роботи нобелівських лауреатів Р. Талер [12-14], Гері Беккер [15] також було висвітлено в роботах Г. Мажари [16; 17].

В підходах до аналізу поведінки споживачів виділяють три етапи:

- акцентований на процес ухвалення рішення споживачем припадає на кінець 1970 – початок 1980-х років. Дослідники бачили споживача як людину, що робить обґрунтований вибір, основою слугувала когнітивна та експериментальна психологія;
- експериментальний – споживач не завжди робить свій вибір раціонально, на нього також впливають емоції, думки, почуття, фантазії. Використовуються інтерпретативні методи дослідження (цільове спостереження, запис областей інтересів тощо);
- акцентований на аналіз впливу різноспрямованих внутрішніх і зовнішніх факторів.

Метою нашого дослідження є побудова динамічної моделі, що відображає зміну дій гравців залежно від зміни їхньої корисності від товару в часі на обмеженому ринку матеріальних благ.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розрізняють позитивну і негативну поведінку споживача.

Позитивна поведінка проявляється шляхом здійснення вибору певного товару та акту його купівлі.

Негативна поведінка здебільшого прихована від продавця товару і полягає в ухиленні від споживання товару (людина зайшла до магазину, подивилася і залишила його нічого, не купивши). Її різновидами є:

- стриманість – відмова від споживання, яке є принципово можливою, але від якої споживач утримується з тих або інших причин. Тобто людина має потребу в даному товарі та гроші на його придбання, але не купує, оскільки: шукає якісніший товар такого ж типу; бажає задовольнити інші, більш актуальні потреби або вважає таке споживання недоцільним (людина, яка кинула курити, дуже хоче купити цигарки, однак стримується від цього);
- терпіння – непридбання товару через неспроможність це зробити. Тобто споживач потребує товару, але не може його купити через брак грошей або товару в доступному магазині.

Позитивістський підхід передбачає низку припущень про предмет вивчення, з яких найбільш важливими є такі:

- уся поведінка людини має під собою об'єктивно обумовлені причини і наслідки, кожний з яких може бути виділений, вивчений і вимірний;
- люди, зіштовхуючись з якою-небудь проблемою або потребою ухвалення рішення, аналізують усю наявну інформацію, пов'язану з вибором;
- після опрацювання цієї інформації люди вирішують, як, на їхню думку, найкраще вчинити.

Для позитивізму характерна віра в те, що, вивчивши сьогоdnішній стан, можна передбачити, спрогнозувати споживчу поведінку в майбутньому.

Вихідною точкою вивчення споживачів у рамках позитивістської методології є припущення, що споживач – раціональна людина, яка, ухвалюючи рішення про покупку, зважає якості і ціну, шукає найкращі варіанти й потім купує. Більшість сучасних дослідників поведінки споживачів стоять на позиціях позитивізму:

- причини й наслідки невіддільні одне від одного, оскільки не існує об'єктивної реальності, оцінюваної усіма однаково;
- реальність кожного полягає в індивідуальному суб'єктивному переживанні її, тому життєвий досвід кожного споживача є унікальним;
- не можна розглядати людей як механізми для ухвалення рішень або пристрої для раціонального аналізу інформації й не враховувати при цьому індивідуальну емоційну складову людини, її фантазії, почуття, гумор, емоції тощо.

У процесі дослідження використано методи теорії ігор, динамічного моделювання, імітаційного моделювання і сценарного підходу на прикладі неокласичної моделі рівноваги товарів на обмеженому ринку між фіксованою кількістю гравців. Ураховано зміну чинників у часі. Розв'язано задачу динамічного моделювання.

Припустимо, що на ринку є  $N$  гравців і  $M$  товарів, де  $N$  і  $M$  – цілі додатні числа. У кожного гравця є свій бюджет  $\gamma_i, i \in [1, N]$ , ціна кожного товару  $p_k, k \in [1, M]$ , корисність кожного товару  $\mu_k, k \in [1, M]$ .

Бюджет кожного з гравців коливається і залежить від його бажання витратити суму не більше ніж  $\gamma_{i\max}$ , і, в його розумінні, суму, менше ніж  $\gamma_{i\min}$ , він витратити не зможе для задоволення своїх потреб.

Кількість  $k$ -го товару, який купує  $i$ -тий гравець, визначається величиною  $x_k^i$ .

Таким чином, для кожного гравця можна записати корисність його набору товарів  $U_i$ :

$$U_i = \sum_{k=1}^M x_k^i \mu_k^i. \quad (1)$$

Його обмеження по бюджету запишемо так:

$$\sum_{k=1}^M x_k^i p_k \leq \gamma_i, \quad (2)$$

де  $p_k$  – ціна одиниці  $k$ -го товару.

Для наступних змін використаємо принцип спадної корисності, який нерідко називають першим законом Госсена – на ім'я німецького економіста П. Госсена (1810–1859), що сформулював його 1854 року.

Він охоплює такі основні положення:

- зменшення корисності наступних одиниць блага в одному безперервному акті споживання, так що в границі забезпечується повне насичення даним благом;
- зменшення корисності перших одиниць блага при повторних актах його споживання.

Закон спадної граничної корисності полягає в тому, що в міру споживання нових порцій одного і того самого блага його загальна корисність зростає уповільнено.

Базуючись на цьому законі, припустимо таке положення: якщо покупець відмовляється від певного блага упродовж декількох актів споживання, то, не зважаючи на незмінну ціну та дохід, корисність цього блага може збільшуватись. Прикладом може бути молоко, хліб, м'ясо, горіхи, які потрібні людям у будь-якому разі, з певною частотою цього.

У свою чергу, продавець, через попит на свій товар, піднімає на нього ціну і, навпаки, якщо жоден з гравців не

придбав  $k$  товар, продавець змушений знизити ціну. Тому додаємо до моделі таку залежність:

$$p(t)_k = p(t-1)_k \sum_{i=1}^N x(t-1)_k^i \varepsilon_k^i, \quad (3)$$

де  $\varepsilon_k^i$  – відсоток підняття ціни на товар залежно від його сукупного споживання гравцями.

Тобто на кожному періоді ціна визначається залежно від ціни попереднього періоду, та обсягу купівлі певного товару на попередньому періоді.

Змінимо модель  $U$ , урахувавши залежність від часу  $t$  змінної  $\mu_k^i$ , отже, отримаємо  $\mu(t)_k^i$  – корисність кожного товару для кожного гравця в часі, яка змінюється залежно від споживання попередніх періодів, та вносить корективи у споживання в теперішньому періоді, відтак задача повинна бути розглянута на усьому часовому проміжку  $t \in [1, T]$ . Напишемо формулу:

$$\bar{U}_i = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^M x_k^i \mu(t)_k^i. \quad (4)$$

При цьому зміну  $\mu(t)_k^i$  задаємо таким чином:

$$\mu(t)_k^i = \mu(t-1)_k^i \alpha(t-1)_k^i \delta(t-1)_k^i, \quad (5)$$

де  $\alpha(t-1)_k^i$  – вірогідність зміни корисності  $k$  товару для  $i$  гравця в момент часу  $t-1$ ;  $\delta(t-1)_k^i$  – сила зміни корисності  $k$  товару для  $i$  гравця в момент часу  $t-1$ .

Тобто корисність  $\mu_k$  товару в момент часу  $t$  залежить від корисності цього товару в момент часу  $t-1$ , скориговану на вірогідність зміни корисності та сили зміни цієї корисності на попередньому етапі.

Гравець максимізує корисність шляхом вибору такого споживчого набору, який задовольняє бюджетне обмеження. Але не може відмовитися від споживання цілком, на будь-якому етапі, тобто є обмеження:

$$U(t)_i \geq U(t)_{i \min}. \quad (6)$$

Зведемо все до нової динамічної моделі:

$$\bar{U}_i = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^M x_k^i \mu(t-1)_k^i \alpha(t-1)_k^i \delta(t-1)_k^i. \quad (7)$$

З формули зрозуміло, що нас цікавить сукупна корисність кожного гравця за увесь розглянутий період за його обраної комбінації товарів.

Складемо динамічні обмеження до моделі, вони будуть такими:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^M x(t)_k^i p(t)_k. \quad (8)$$

За формулою для кожного гравця ми можемо визначити обсяг потрібних йому грошей як суму грошей на кожному періоді за його обраної комбінації товару.

Урахуємо, що вище ми зазначили, що ця сума буде в межах  $\gamma_{i \min}$  та  $\gamma_{i \max}$ , та є залежною від споживання на попередньому періоді. Складемо формулу:

$$\gamma_{i \min} \leq \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^M p(t-1)_k \sum_{i=1}^N x(t-1)_k^i \varepsilon_k^i \leq \gamma_{i \max} \quad (9)$$

Також урахуємо необхідне споживання кожного етапу:

$$\bar{U}_i \geq U(T)_{i \min} \quad (10)$$

Якщо варіативність товарів обмежена  $M$  типами товарів, то вибір кращого набору кожного наступного гравця так само обмежений товарами, присутніми на ринку.

Отже, усі гравці повинні одночасно:

- обирати з обмеженої кількості товарів на ринку;

- ураховувати власні бюджетні обмеження;
- задовольняти свої потреби на кожному етапі на певному рівні.

У сформованій безкоаліційній грі будемо використовувати рівноваги:

- Парето: прагнути до найкращого результату рівня загальної корисності системи; формула (9):

$$\tilde{U}_i = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N U(t)_i \rightarrow \max. \quad (11)$$

- Нешем: прагнути до максимізації індивідуального результату загальної власної корисності, формула (10):

$$\sum_{i=1}^N \tilde{U}_i = \sum_{t=1}^T U(t)_i \rightarrow \max. \quad (12)$$

Для отримання конкретних результатів була розглянута ситуація з трьома гравцями, а також обрані вихідні параметри, які задані в *табл. 1*.

Табл. 1. Симетричні елементи системи															
Параметр				Гравець 1				Гравець 2				Гравець 3			
Товар	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
$\mu_k^i$	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
$p_k$	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
$\alpha_k^i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\delta_k^i$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$Y_{imin}$				200				200				200			
$Y_{imax}$				450				450				450			

Примітка. Складено як початкові умови для моделювання.

Для моделювання спеціально було обрано абсолютно симетричну задачу, щоб продемонструвати можливі різні поведінки гравців, не зважаючи на однаковий старт для всіх.

Система має елементи керування. Так споживач змінює суму грошей, яку він витратить на кожному етапі, таким чином змінюючи обсяги споживання і рівень його корисності. У це час виробник може змінювати ціну на товар, спонукаючи споживача до купівлі, або отримувати додатковий прибуток. Ці два процеси відбуваються протягом усього розглянутого часу існування системи.

При подальшому моделюванні та вирішенні завдання було розглянуто всі можливі сценарії поведінки гравців на ринку. Попри те, що їх – нескінченна кількість, можна виділити декілька основних, які будуть домінуючими. Інші сценарії будуть аналогічними і призводитимуть до гірших результатів, як індивідуальних, так і результатів системи в цілому. Адже гравці діють за власними принципами, переконаннями та мотивацією, які є об'єктивно раціональними, або хоча б індивідуально раціональними, а діяти всупереч як суспільних, так і власних інтересів не мало б сенсу.

При моделюванні було визначене таке.

Перший сценарій який можна назвати симетричний. Для початку розглянемо період  $t_1$  – період, на якому гравець лише розмірковує про свої наміри. Через те, що у кожен наступний період ціна на некуплені товари зменшується, а корисність зростає, то, за обома рівновагами – Нешем і за Парето – усім гравцям на кожному з етапів вигідно купувати один товар, задовольняючи мінімальний рівень  $U(t)_{i \min}$ . На кожному наступному етапі змінювати цей товар і повторювати це з певною періодичністю, обираючи найбільш «давній» товар, і на останньому етапі, за найбільшого дисконтування витратити гроші, що залишилися.

У такому разі досягається найбільш можливий як індивідуальний, так і загальний результат. Результати обчислення наведено в *табл. 2*.

Загальні риси такої поведінки притаманні людям і в реальному житті, адже витратити менше (купуючи за знижками), задовольняючи потреби на відповідному рівні, та дисконтувати свої грошові потоки, зберігаючи й інвестуючи їх, хоче кожен. Звичайно, така ситуація не вигідна продавцю, який на кожному етапі, окрім етапу купівлі відповідного товару, вимушений знижувати ціну на інші товари.

**Табл. 2.** Сценарій 1. Калькуляція в разі симетричних дій за Нешем і Парето

$\tilde{u}_1 =$	$\tilde{u}_2 =$	$\tilde{u}_3 =$	$\sum_{i=1}^N \tilde{u}_i =$
364,2	364,2	364,2	1 692,6

Примітка. Складено і розраховано за наведеними даними і формулами.

Розглянемо інший сценарій поведінки споживачів. На протипагу повній кооперації в реальному житті частіше можна трапляється, коли кожен із гравців усе одно намагатиметься купувати більш вигідні товари: «зі знижкою» або ті, які давно не купував. Але це може як збігатися, так і не збігатися зі стратегіями інших гравців.

Для наступного сценарію розглянемо частковий збіг, у цьому разі усім гравцям вигідно залишити хоча б 1-2 товари, дискримінованими для того, щоб на наступних етапах обирати саме ці товари. Назвемо його кооперацією цілей. Однак як індивідуальний, так і загальний результати їхньої корисності зміняться, адже відсутня повна симетрія і споживання товарів більш розгалужене.

Такий сценарій більш реалістичний особливо для невеликої групи людей, які змогли б домовитися про загальну концепцію споживання не усіх доступних благ на кожному з етапів, але й мають власні інтереси.

Результати обчислення наведено в *табл. 3*.

**Табл. 3.** Сценарій 2. Калькуляція в разі кооперації цілей за Нешем і Парето

$\tilde{u}_1 =$	$\tilde{u}_2 =$	$\tilde{u}_3 =$	$\sum_{i=1}^N \tilde{u}_i =$
317,97	317,97	317,97	1 553,5

Примітка. Складено і розраховано за наведеними даними і формулами.

Однак що більше гравців на ринку та що довший період буде розглянуто, то менше шансів навіть на часткову кооперацію. Розглянемо сценарій відсутності кооперації цілей. Результати обчислення наведено в *табл. 4*.

**Табл. 4.** Калькуляція в разі відсутності кооперації за Нешем і Парето

$\tilde{u}_1 =$	$\tilde{u}_2 =$	$\tilde{u}_3 =$	$\sum_{i=1}^N \tilde{u}_i =$
154,5	154,5	154,5	1 063,5

Примітка. Складено і розраховано за наведеними даними і формулами.

Розрахуємо співвідношення загальних корисностей між різними сценаріями: 1-2 – це 92 %, 2-3 – це 68 %, 1-3 – це 63 %. Як можна побачити, часткова кооперація за цілями у споживачів знижує показник корисності незначно, а от її загальна відсутність – більше ніж на третину.

З розглянутих сценаріїв щодо поведінки споживачів можна зробити наступні висновки:

- що більше циклів та ітерацій, то менша ймовірність того, що випадкові дискримінації товарів гравцями будуть збігатися;
- що більша кількість товарів на ринку, то більша ймовірність того, що випадкові дискримінації товарів гравцями будуть збігатися;
- і знову що більша кількість гравців, то менша ймовірність того, що випадкові дискримінації товарів гравцями будуть збігатися.

Тобто випадкова кооперація за цілями, без втручання споживачів, маловірогідна, що складніший процес.

І наприкінці, змінимо початкові дані, а саме зробимо їх не симетричними для гравців. Нові дані подано в *табл. 5*.

**Табл. 5.** Несиметричні елементи системи

Параметр				Гравець 1				Гравець 2				Гравець 3			
Товар	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
$\mu_k^i$	11	22	33	44	55	55	44	33	22	11	44	33	22	11	55
$p_k$	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
$\alpha_k^i$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\delta_k^i$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$Y_{\min}$				200				200				200			
$Y_{\max}$				450				450				450			

Примітка. Складено як початкові умови для моделювання.

Результати обчислення наведено в табл. 6.

**Табл. 6.** Калькуляція за нових даних за Нешем

$\tilde{U}_1 =$	$\tilde{U}_2 =$	$\tilde{U}_3 =$	$\sum_{i=1}^N \tilde{U}_i =$
201,9	326,6	446	974,4

Примітка. Складено і розраховано за наведеними даними і формулами.

Як і було зазначено вище, якщо не керувати системою зовні та не будувати сценарії, гравці діють лише за своїми інтересами, дискримінація товарів може забгаться лише випадково, тобто за умови, що так вигідно усім гравцям на певному кроці. Так, наприклад, за цих даних моделювання на першій ітерації гравець 3 не обрав товар 4 та 5, гравець 2 не обрав товар 5 і гравець 1 не обрав товар 5. Тобто на першому етапі всі гравці проігнорували товар 5. Що було вигідно споживачам. Але вже на 2 ітерації гравець порушив симетрію для свого індивідуального найкращого результату, чим знизив результати інших гравців.

Зазначена вище поведінка притаманна людям на ринку, це підтверджує й загальноприйнята економічна теорія про рівновагу попиту і пропозиції на ринку. Але результати були отримані при розв'язанні задачі щодо споживання гравцями, з новими мотиваційними чинниками.

Доведемо, що чинники, включені до моделі, є доцільними. Розглянемо на противагу, виключивши з моделі зміну  $\mu(t)_k^i$  у часі та зміну  $p(t)_k$  у часі, таким чином значно спростивши модель, і зведемо до задачі вибору.

За результатами моделювання кожен гравець буде купувати лише одне благо, де його співвідношення  $\frac{\mu_k^i}{p_k}$  – найбільше, така модель буде неточною, адже не буде враховувати: закон спадної граничної корисності, закони рівноваги попиту і пропозиції, підвищення ціни на товари, з великим попитом. Також людина не зможе споживати одне й те саме благо увесь час, наскільки корисним воно для неї не було б на початковому етапі, чинності набувають уже психологічні чинники.

## ВИСНОВКИ

Отже, побудовано динамічну модель, що показує зміну дій гравців залежно від зміни їхньої корисності від товару в часі на обмеженому ринку матеріальних благ. За допомогою проведеного дослідження було побудовано декілька сценаріїв поведінки споживачів. А саме симетричний сценарій, сценарій кооперації цілей та в разі відсутності кооперації. Порівняно ефективність сценаріїв: 1-2 – це 92 %, 2-3 – це 68 %, 1-3 – це 63 %. Як можна побачити, часткова кооперація за цілями у споживачів знижує показник корисності незначно, а от її загальна відсутність – більше ніж на третину. Проаналізовано і доведено адекватність використання цього підходу до моделювання. Установлено, що не лише гравці беруть участь у формуванні вибору набору благ, через зміну корисності товару, а й продавець за допомогою зміни ціни. Продавець, вбачаючи попит на свій товар, підіймає на нього ціну і, навпаки, якщо жоден із гравців не придбав  $k$  товар, продавець змушений знизити ціну. Це підтверджує загальноприйняту економічну теорію про рівновагу попиту і пропозиції на ринку. Але розглянуто щодо споживання гравцями. Порівняно поведінку гравців за умови неврахування чинників, зазначених вище, і продемонстровано їхню необхідність при моделюванні.



## REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

1. Kotler, F., Keller, K. L., Pavlenko, A. F. (et al.). (2008). *Marketynhovyi menedzhment* [Marketing management]. Kyiv: Khimdzhest [in Ukrainian].
2. Becker, G. S. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *The Journal of political Economy*, Vol. 76, 2, 169–217.
3. Akerlof, G. A. (1970). The Market for «Lemons»: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, 84, 488–500.
4. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 263–291.
5. Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The Framing of Decisions and the Psychology of Choice. *Science*, 211, 453–458.
6. Bezgin, K., Martianova, M., & Ushkalov, V. (2020). Osoblyvosti innovatsiino-orientovanoi orhanizatsii: povedinkova paradyhma [Features of innovation-oriented organization: behavioral paradigm]. *Pidpriemnytstvo ta innovatsii – Entrepreneurship and innovation*, 11-1, 126–135 [in Ukrainian].
7. Bezgin, K. S. (2015). *Upravlenie processom sozdaniya cennosti na predpriyatii: polisub'ektnost' i kollaboratsiya* [Management of the process of creating value at the enterprise]. Kharkov: NTMT [in Russian].
8. Shirinyan, L., & Shirinyan, A. (2019). Precondition on microinsurance in Ukraine: contingent valuation approach for poor population behaviour regarding insurance services. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 2, 24–35.
9. Polani, M. (2015). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: University of Chicago Press.
10. Strashynska, L. V. (2010). *Povedinka spozhyvachiv* [Consumer behavior]. Kyiv: EKOMEN [in Ukrainian].
11. Prokopenko, O. V., & Troian, M. Yu. (2008). *Povedinka spozhyvachiv* [Consumer behavior]. Kyiv: Tsentri navchalnoi literatury [in Ukrainian].
12. Thaler, R. (1980). Toward a Positive Theory of Consumer Choice. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1, 39–60.
13. Thaler, R. (1981). Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency. *Economic Letters*, 8, 201–207.
14. Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge. Improving decisions about health, wealth and happiness*. Yale: Yale University Press.
15. Becker, G. S., & Murphy, K. M. (2009). *Social economics: Market behavior in a social environment*. Harvard: Harvard University Press.
16. Mazhara, H. A., & Kapustian, V. O. (2018). Povedinkova skladova u klasychnykh pidkhodakh v ihrovykh zadachakh [Behavioral component in classical approaches in game problems]. *Akademichnyi ohliad – Academic Overview*, 1, 33–39 [in Ukrainian].
17. Mazhara, H. A., & Kapustian, V. O. (2019). Vplyv smakiv i priorytetiv kupivli na vybir spozhyvacha na prykladi zadachi dynamichnoho modeliuvannia [Influence of tastes and priorities of purchase on consumer choice on the example of the problem of dynamic modeling]. *Ekonomichnyi zhurnal Odeskoho politekhnichnoho universytetu – Economic Journal of Odessa Polytechnic University*, 3 (9), 45–50 [in Ukrainian].

*Mazhara G., Kapustyan V.*

## MODELING DYNAMIC CONSUMER BEHAVIOR IN THE COMMODITY MARKET

In an atmosphere of market relations and the creation of a competitive environment, companies seeking to achieve competitive advantage are faced with the need to take into account consumer behavior in terms of economic exchange. The science of consumer behavior covers a wide range: it is the science of the processes that occur when individuals or groups choose and buy goods and services, use them and deprive them to meet their needs. The object of research is the dynamic behavior of consumers. The purpose of this study is to build a dynamic model that reflects the change in the actions of players depending on the change in their usefulness from the product over time in a limited market for material goods. The research methods of game theory, dynamic modeling, simulation modeling and scenario approach on the example of neoclassical model of equilibrium of goods in a limited market between a fixed number of players are used. The change of factors in time is taken into account. The problem of dynamic modeling is solved.

A dynamic model was built that reflects the change in the actions of players depending on the change in their usefulness from the product over time in a limited market for material goods. With the help of the conducted research, several



scenarios of consumer behavior were constructed. Namely, a symmetrical scenario, a scenario of cooperation of goals, and in the absence of cooperation. Compared, the efficiency of scenarios 1-2 is 92%, 2-3 is 68%, 1-3 is 63%. As you can see – partial cooperation on the goals of consumers reduces the utility rate slightly, but its total absence by more than a third. The adequacy of the use of this approach to modeling is analyzed and proved. It is established that not only players take part in the formation of the choice of a set of goods, due to changes in the usefulness of the product, but also the seller by changing the price. The seller, seeing the demand for his product, raises the price for it and vice versa, if none of the players bought k product, the seller is forced to reduce the price. This confirms the generally accepted economic theory of the balance of supply and demand in the market. But considered in terms of consumption by players. The behavior of players is compared, provided that the factors mentioned above are not taken into account, and their necessity in modeling is demonstrated.

**Keywords:** behavioral economics, dynamic modeling, decision making, game theory, equilibria

**JEL Classification:** D91