

14. Индикаторы энергетической безопасности Украины // Інформаційний додаток Енергоінформ. – 2005. – № 23 (310).
15. The National Security Strategy of the United Kingdom. Security an interdependent world : [Electronic resource]. – Access mode : [http://www.cabinetoffice.gov.uk/reports/national\\_risk\\_register.asp](http://www.cabinetoffice.gov.uk/reports/national_risk_register.asp).
16. Index of U.S. energy security risk : [Electronic resource] / Assessing America's vulnerabilities in a global energy market 2010 Edition. – Access mode : <http://www.energy.gov>.
17. Закон України «Про основи національної безпеки України» : [Електронний ресурс] : прийнятий 19 червня 2003 року №964-IV. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=964-15>.
18. Батюк В. Еволюція концепцій міжнародної і національної безпеки : [Електронний ресурс] / В. Батюк // Спостерігач. – 1996. – № 25. – Режим доступу : <http://www.ucipr.org.ua>.
19. Енергетична стратегія України на період до 2030 року : [Електронний ресурс] : прийнята розпорядженням КМУ №145р від 15.03.2006. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/list?currDir=50358>.
20. Key World energy statistics 2010 : [Electronic resource] / IEA. – Access mode : <http://www.iea.org/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Balances>.

**Горбачук В.М.**

**УДК 519.8**

## **ІНВЕСТИЦІЇ У ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКИ ДЛЯ ЛІДЕРСТВА**

**Актуальність, постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з найважливішими науково-практичними завданнями.** У сучасних високотехнологічних галузях життя продукту досить коротке, а інвестиційні стратегії досліджень і розробок для завоювання майбутніх ринків набагато важливіші, ніж стратегії цін чи обсягів виробництва [3, 4, 8, 9]. Наприклад, на фармацевтичному ринку компанії Bayer, GlaxoSmithKline, Hoffmann–La Roche, Merck, Pfizer і чимало інших багато інвестують ДіР, щоб розробляти, перевіряти і патентувати нові ліки, а цінова конкуренція між непатентованими ліками відіграє другорядну роль. Тому конкуренція, щоб здійснювати інновації та завойовувати таким чином ринок нових або кращих продуктів (конкуренція за ринок), відбувається як певне змагання [2].

**Мета, постановка завдання та нерозв'язані проблеми.** Фірми інвестують, щоб здійснювати інновації і перемагати в змаганні. Може бути, що перший інноватор отримує патент за винахід і користується монополієюними прибутками зі своєї інновації протягом деякого часу. Може статися, що той же інноватор просто тримає патент у таємниці та користується своїм лідерством на ринку до моменту, коли наслідувач повторює продукт. В обох випадках рушійною силою інвестицій фірм у ДіР є сподіваний виграш від інновації. ДіР відбуваються за різних ринкових структур, послідовностей дій та умов входу в ринок [1, 5, 6].

Більшість літератури з традиційної індустріальної організації вивчає вплив ринкової структури на поведінку фірм, а не вплив поведінки фірм на ринкову структуру [10, 11]. Тому актуальне дослідження ринкових структур, де стратегії фірм та їхні рішення про вхід в ринок є ендогенними [3, 4, 8, 9].

Коли фірми конкурують на ринку, то вибирають ціни своїх продуктів, обсяги виробництва чи інші допоміжні стратегії, але продукти всіх фірм вважаються заданими екзогенно. Коли фірми конкурують за ринок, вони інвестують у ДіР, щоб здійснювати нововведення, створювати нові продукти чи кращі версії існуючих продуктів [2, 7]. Конкуренція за ринок породжує ринкових лідерів, а також взаємодію між лідерами та послідовниками [1, 6, 8, 9].

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** У 1838 р. Курно (Cournot) вперше дослідив ринкові структури однорідних продуктів, де кожна фірма вибирає свій випуск, а ціна визначається з рівноваги між попитом споживачів і пропозицією всіх фірм. У 1950 р. Неш (Nash), Нобелівський лауреат 1994 р., ввів поняття рівноваги недосконалої конкуренції, де кожна фірма окремо вибирає свою стратегію, максимізуючи свій прибуток при заданих стратегіях інших фірм. Неш довів існування такої рівноваги в змішаних стратегіях. Стратегією фірми може бути випуск, ціна, інвестиції у ДіР тощо. Вважається, що рівновазі Неша кількість конкуруючих фірм є заданою екзогенно, а фірми вибирають свої стратегії одночасно.

Рівновагу Неша поширюють на випадок ендогенно заданої кількості фірм. Тоді у рівновазі для нової фірми немає стимулу входити в ринок, бо ця фірма матиме від'ємний прибуток. Оскільки різна кількість фірм на ринку пов'язана з частковими рівновагами, які досліджував Маршалл (Marshall) у 1890 р., то таку ринкову рівновагу називають рівновагою Маршалла. Рівновагу Маршалла за конкуренції цінами дослідили Стігліц (Stiglitz), Нобелівський лауреат 2001 р., і Діксіт (Dixit) у 1977 р., а за конкуренції обсягами – фон Вайцзекер (von Weizsacker) і Новшек (Novshek) у 1980 р.

**Виклад основних наукових результатів дослідження та їх обґрунтування.** Нехай  $n$  фірм змагаються за досягнення великої інновації зі сподіваним виграшем  $V \in (0,1)$  для переможця і нульовим виграшем для решти фірм.  $V$  – це екзогенна цінність інновації (патенту) або сподівана вартість прибутків внаслідок інновації. Наприклад, інновацію можна тримати в таємниці й експлуатувати її до тих пір, коли її замінять інші інновації або коли її розкриє інноватор, використовуючи перевагу першого ходу у маркетингу винаходу (і допускаючи вільний вхід у ринок тих, хто наслідує даний винахід). Втім ясно, що посилення захисту прав інтелектуальної власності збільшуватиме цінність  $V$  інновації [2].

Кожна фірма  $i = 1, \dots, n$  інвестує ресурси  $z_i \in (0, 1)$ , щоб перемогти в змаганні. Для простоти припустимо, що змінні витрати на ці інвестиції становлять  $0.5(z_i)^2$ , а  $z_i$  – це ймовірність здійснення інновації фірмою  $i$  [4, 8]. Вважаємо, що інноватор  $i$  перемагає в змаганні тоді, коли фірма  $i$  здійснює інновацію, а всі інші фірми  $j = 1, \dots, n$ ,  $j \neq i$ , – ні (за множинності переможців виграш від інновації як максимум дуопольний). Тоді ймовірність перемоги фірми  $i$  в змаганні дорівнює  $\Pr(i) = z_i \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 - z_j)$ , а її сподіваний прибуток становить

$$\pi_i = V z_i \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 - z_j) - 0.5(z_i)^2 - F,$$

де  $F$  – фіксовані (технологічні виробничі та інші) витрати фірми  $i$  на вхід в ринок (альтернативна вартість участі у даному ринку). Вважаємо, що при  $n = 1$  додатним є сподіваний прибуток  $V z_1 - 0.5(z_1)^2 - F > 0$ .

Тому є додатним його детермінант:

$$V^2 - 4 \times 0.5 \times F > 0, \quad 1 > V > \sqrt{2F}.$$

Отже, монополія здійснює вхід в ринок, якщо цінність інновації принаймні на 40 % вища, ніж фіксовані витрати у ДіР.

З умов першого порядку максимізації по  $z_i$  сподіваного прибутку  $\pi_i$  маємо:

$$0 = \frac{\partial \pi_i}{\partial z_i} = V \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 - z_j) - z_i, \quad z_i = V \prod_{j=1, j \neq i}^n (1 - z_j), \quad \frac{\partial z_i}{\partial z_j} = -V \prod_{k=1, i \neq k \neq j}^n (1 - z_k) < 0.$$

Остання нерівність означає, що при зростанні інвестицій фірми  $j$  для кожної іншої фірми оптимально зменшувати свої інвестиції. Таким чином, для олігополії характерна поведінка модернізації – використання ДіР інших фірм. Останнє можливе за наявності достатнього людського капіталу у кожній фірмі.

При  $n = 2$  у рівновазі Неша [2] маємо

$$z_1 = V(1 - z_2), \quad z_2 = V(1 - z_1),$$

звідки за симетрії

$$z_1 = z_2 = z = V(1 - z), \quad z^N = \frac{V}{1 + V}.$$

При цьому додатність рівноважного сподіваного прибутку кожної фірми

$$\pi^N = \frac{V^2(1 + V - V)}{(1 + V)^2} - \frac{V^2}{2(1 + V)^2} - F = \frac{V^2}{2(1 + V)^2} - F$$

означає

$$\frac{V}{1 + V} > \sqrt{2F}, \quad V > \sqrt{2F} + V\sqrt{2F}, \quad V > \frac{\sqrt{2F}}{1 - \sqrt{2F}}.$$

Якщо ці дві фірми вступають у змову (collusion) [12], то максимізують по  $z_1, z_2$  сумарний сподіваний прибуток

$$\pi_1 + \pi_2 = z_1 V(1 - z_2) - 0.5(z_1)^2 - F + z_2 V(1 - z_1) - 0.5(z_2)^2 - F,$$

звідки

$$0 = \frac{\partial(\pi_1 + \pi_2)}{\partial z_1} = V(1 - z_2) - z_1 - V z_2,$$

що за симетрії означає

$$0 = V(1 - z) - z - V z = V - z - 2V z, \quad z^c = \frac{V}{1 + 2V},$$

$$\begin{aligned} \pi^c &= z^c V(1 - z^c) - 0.5(z^c)^2 - F = \frac{V^2(1 + 2V - V)}{(1 + 2V)^2} - \frac{V^2}{2(1 + 2V)^2} - F = \\ &= \frac{2V^2(1 + V) - V^2}{2(1 + 2V)^2} - F = \frac{V^2(1 + 2V)}{2(1 + 2V)^2} - F = \frac{V^2}{2(1 + 2V)} - F. \end{aligned}$$

Звернімо увагу, що інвестиції кожної окремої фірми при змові менші, ніж при конкуренції:

$$z^N - z^c = \frac{V(1 + 2V) - V(1 + V)}{(1 + 2V)(1 + V)} = \frac{V^2}{(1 + 2V)(1 + V)} > 0.$$

Отже, змова чи спільне підприємство фірм може знижувати агреговані (сумарні) інвестиції у ДіР на ринку. Прикладами ефективного використання міжнародних інвестицій у ДіР є проекти Європейського союзу – атомна програма Франції, AirBus, адронний колайдер тощо.

Щоб оцінити вплив змови чи спільного підприємства на суспільний добробут, необхідно знати соціальну цінність інновації: якщо така цінність велика, а інвестиції у ДіР в рівновазі Неша малі, то субсидії

у ДіР збільшують суспільний добробут. У час, коли кількість мільярдерів у Москві стала більшою, ніж в Нью-Йорку, інноград Сколково видається проектом, що збільшує суспільний добробут Російської Федерації.

Якщо фірма відхиляє (declines) змову, то обирає  $z^d$ , максимізуючи свій сподіваний прибуток

$$\pi = zV(1 - z^c) - 0.5z^2 - F, \quad 0 = \frac{\partial \pi}{\partial z} = V(1 - z^c) - z^d,$$

$$z^d = V(1 - z^c) = V \left( 1 - \frac{V}{1 + 2V} \right) = \frac{V(1 + 2V - V)}{1 + 2V} = \frac{V(1 + V)}{1 + 2V};$$

при цьому фірма отримує сподіваний прибуток

$$\pi^d = z^d V(1 - z^c) - 0.5(z^d)^2 - F = 0.5(z^d)^2 - F = \frac{V^2(1 + V)^2}{2(1 + 2V)^2} - F$$

та одноперіодний вигравш відносно змови

$$\pi^d - \pi^c = \frac{V^2(1 + V)^2}{2(1 + 2V)^2} - \frac{V^2}{2(1 + 2V)} = \frac{V^2(1 + 2V + V^2 - 1 - 2V)}{2(1 + 2V)^2} = \frac{V^4}{2(1 + 2V)^2},$$

але втрачає повторювані вигрashi

$$\pi^c - \pi^N = \frac{V^2}{2(1 + 2V)} - \frac{V^2}{2(1 + V)^2} = \frac{V^2(1 + 2V + V^2 - 1 - 2V)}{2(1 + 2V)(1 + V)^2} = \frac{V^4}{2(1 + 2V)(1 + V)^2}$$

(при застосуванні рівноважної стратегії Неша як спускової стратегії покарання).

Тоді порогова дисконтна ставка (rate)  $r$  визначається зі співвідношень [2]

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{\pi^c - \pi^N}{(1 + r)^t} = \frac{(\pi^c - \pi^N)}{r} = \frac{V^4}{2r(1 + 2V)(1 + V)^2} = \pi^d - \pi^c = \frac{V^4}{2(1 + 2V)^2},$$

$$r(1 + 2V) = (1 + V)^2, \quad r = \frac{1 + 2V}{(1 + V)^2} = 1 - \frac{V^2}{(1 + V)^2} \in (0, 1),$$

$$\frac{\partial r}{\partial V} = -\frac{2V(1 + V)^2 - 2(1 + V)V^2}{(1 + V)^4} = -\frac{2V(1 + V)(1 + V - V)}{(1 + V)^4} = -\frac{2V}{(1 + V)^3} < 0.$$

Отримана нерівність означає, що порогова дисконтна ставка спадає (змова стає менш стійкою) зі збільшенням виграшу  $V$  від здійснення інновації. Це відповідає думці Маркса про нестійкість інституційних норм при високій нормі прибутку. На практиці високі дисконтні ставки знецінюють майбутні вигрashi і дотримання інституційних норм.

Для ринку  $n$  фірм за симетрії інвестиції у ДіР в рівновазі Неша становлять  $z = (1 - z)^{n-1}V$ . Звідси сподіваний прибуток фірми

$$\pi = zV(1 - z)^{n-1} - 0.5z^2 - F = 0.5z^2 - F$$

стає нульовим при  $z = \sqrt{2F}$ .

Таким чином, рівноважні інвестиції кожної фірми у ДіР зростають зі збільшенням фіксованих витрат на ДіР. При цьому сподіваний прибуток фірми дорівнює  $0 = \pi = V\sqrt{2F}(1 - \sqrt{2F})^{n-1} - 2F$ , звідки знаходимо кількість фірм за рівноваги Маршалла при ендогенному вході у даний ринок (коли спочатку всі потенційні фірми – учасники ринку одночасно приймають рішення про те, входити чи не входити у даний ринок, а потім кожна фірма, яка ввійшла в ринок, обирає свою стратегію) [8, 9]:

$$\ln(2F) = \ln(V\sqrt{2F}) + (n^M - 1)\ln(1 - \sqrt{2F}),$$

$$n^M = \frac{\ln(2F) - \ln(V\sqrt{2F}) + \ln(1 - \sqrt{2F})}{\ln(1 - \sqrt{2F})} = 1 + \frac{\ln\left(\frac{2F}{V\sqrt{2F}}\right)}{\ln(1 - \sqrt{2F})} = 1 + \frac{\ln\left(\frac{\sqrt{2F}}{V}\right)}{\ln(1 - \sqrt{2F})}.$$

Використовуючи отриману рівність, беремо до уваги, що кількість фірм має бути цілим числом. З цієї рівності маємо

$$\frac{\partial n^M}{\partial F} = \frac{\frac{V}{\sqrt{2F}} \times \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{F}} \ln(1 - \sqrt{2F}) + \frac{1}{(1 - \sqrt{2F})} \times \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{F}} \ln\left(\frac{\sqrt{2F}}{V}\right)}{[\ln(1 - \sqrt{2F})]^2} < 0,$$

$$\frac{\partial n^M}{\partial V} = \frac{-\frac{V}{\sqrt{2F}} \times \frac{1}{V^2}}{\ln(1 - \sqrt{2F})} > 0$$

в силу  $1 > V > \sqrt{2F}$ . Отже, кількість фірм на ринку спадає зі збільшенням фіксованих витрат і зростає зі збільшенням виграшу від здійснення інновації.

У моделі фон Штакельберга (von Stackelberg), розробленій у 1934 р., одна фірма з фірм на ринку є лідером, що має перевагу першого ходу – здатність вибирати свою стратегію і здійснювати її раніше, ніж інші фірми.

У дуополії Штакельберга [10, 11] лідер (leader) максимізує по  $z^l$  свій сподіваний прибуток

$$\begin{aligned}\pi^l &= z^l V(1 - z^f) - 0.5(z^l)^2 - F = z^l V[1 - V(1 - z^l)] - 0.5(z^l)^2 - F = \\ &= z^l V - z^l V^2 + (z^l)^2 V^2 - 0.5(z^l)^2 - F = z^l V(1 - V) + (z^l)^2(V^2 - 0.5) - F,\end{aligned}$$

враховуючи реакцію  $z^f = V(1 - z^l)$  послідовника (follower):

$$0 = \frac{\partial \pi^l}{\partial z^l} = V(1 - V) + z^l(2V^2 - 1), \quad z^l = \frac{V(1 - V)}{1 - 2V^2}.$$

Звідси

$$z^f = V(1 - z^l) = \frac{V(1 - 2V^2 - V + V^2)}{1 - 2V^2} = \frac{V(1 - V - V^2)}{1 - 2V^2}.$$

Для ринку  $n$  фірм з лідером, за симетрії послідовників, кожний послідовник обирає інвестиції у ДіР обсягом  $z = V(1 - z)^{n-2}(1 - z^l)$ , дістаючи сподіваний прибуток

$$\pi = zV(1 - z)^{n-2}(1 - z^l) - 0.5z^2 - F = 0.5z^2 - F.$$

Цей прибуток стає нульовим при

$$z = \sqrt{2F}, \quad 0 = \pi = V\sqrt{2F}(1 - z^l)(1 - z)^{n-2} - 2F,$$

$$\ln(2F) = \ln[V\sqrt{2F}(1 - z^l)] + (n - 2)\ln(1 - \sqrt{2F}),$$

$$n(z^l) = 2 + \frac{\ln\left(\frac{\sqrt{2F}}{V(1 - z^l)}\right)}{\ln(1 - \sqrt{2F})} \geq 2.$$

Використовуючи отриману рівність для ендогенної кількості фірм, беремо до уваги, що кількість фірм – це ціле число; при цьому сподіваний прибуток лідера як функція  $z^l \in (0, 1)$

$$\begin{aligned}\pi^l &= z^l V(1 - z)^{n-1} - 0.5(z^l)^2 - F = \frac{(1 - z)^{n-2}(1 - z^l)V}{1 - z^l}(1 - z) - 0.5(z^l)^2 - F = \\ &= \frac{z(1 - z)}{1 - z^l} - 0.5(z^l)^2 - F = \frac{\sqrt{2F}(1 - \sqrt{2F})}{1 - z^l} - 0.5(z^l)^2 - F\end{aligned}$$

максимізується при  $z^l \rightarrow 1$ , тобто при досить великих інвестиціях у ДіР, що стримують вільний вхід в ринок інших фірм – можливих учасників [1, 2, 8, 9].

Величину таких інвестицій можна визначити з умови

$$\begin{aligned}2 = n(z^l) &= 2 + \frac{\ln\left(\frac{\sqrt{2F}}{V(1 - z^l)}\right)}{\ln(1 - \sqrt{2F})}, & \ln\left(\frac{\sqrt{2F}}{V(1 - z^l)}\right) &= 0, \\ \sqrt{2F} &= V(1 - z^l), & z^l &= 1 - \frac{\sqrt{2F}}{V} \in (0, 1).\end{aligned}$$

Отримана рівність означає, що оптимальний обсяг інвестицій лідера у ДіР зростає зі збільшенням цінності інновації і спадає зі збільшенням фіксованих витрат, а лідер – єдиний можливий переможець змагання [2, 8, 9]. Те, що монополія має стимули здійснювати великі інвестиції у ДіР не є очевидним, бо у багатьох країнах монополії мають різноманітні важелі утримання свого становища. Приклад державної нафтогазової монополії StatOil (Норвегія) свідчить на користь великих інвестицій лідера у ДіР. Проект SeaLaunch та підйом підводного човна «Курск» стали можливими внаслідок таких ДіР. Нафтогазова компанія British Petroleum здійснює значні інвестиції у ДіР альтернативної енергетики.

**Висновки та перспективи.** Інвестиції у ДіР означають фіксовані та змінні витрати. Монополія здійснюватиме фіксовані витрати у ДіР, якщо вони значно менші, ніж сподівана цінність інновації. Для олігополії характерна поведінка модернізації – використання ДіР інших фірм, яке можливе за наявності достатнього людського капіталу у кожній фірмі. Кооперація фірм у ДіР дозволяє ефективно використовувати змінні витрати. Субсидії у ДіР залежать від соціальної цінності інновації. Ендогенний вхід у ринок здійснюватиметься до тих пір, поки прибуток кожної нової фірми невід’ємний. Монополії-лідери мають стимули здійснювати великі змінні витрати у ДіР. Загалом для результатів інвестицій у ДіР характерні невизначеність, ймовірність і ризик.

#### Джерела та література:

1. Горбачук В. М. Синтетическое равновесие Курно-Штакельберга-Нэша / В. М. Горбачук // Теорія оптимальних рішень. – 2003. – № 2. – С. 68-74.
2. Горбачук В. М. Методи індустріальної організації. Кейси та вправи. Економіка та організація виробництва. Економічна кібернетика. Економіка підприємства / В. М. Горбачук. – К. : А.С.К., 2010. – 224 с.
3. Горбачук В. М. Види економічної конкуренції та ендогенного входу в ринок / В. М. Горбачук // Simon Kuznets heritage and prospects for development of global and national economics in the XXI century. – Kyiv : Kyiv Mohyla Academy, 2011. – P. 66-67.

4. Горбачук В. М. Стратегія технологічного лідерства за ендогенного входу в ринок / В. М. Горбачук // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем : V межд. школа-симпозиум АМУР-2011 (г. Севастополь, 12-18 сент. 2011 г.) : труды. – Симферополь : ТНУ им. В. Вернадского, 2011. – У друку.
5. Горбачук В. М. Сподіваний прибуток фірми в інноваційних перегонах / В. М. Горбачук, А. В. Гудима // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2011. – С. 66-67.
6. Горбачук В. М. Метод решения задачи многоуровневого программирования / В. М. Горбачук, С. Г. Ненахова // Теорія оптимальних рішень. – 2005. – № 4. – С. 73-79.
7. Природа фірми : походження, еволюція і розвиток / ред. : О. Е. Вільямсон, С. Дж. Вінтер; пер. А. В. Куликов; наук. ред. пер. В. П. Кузьменко. – К. : А.С.К., 2002. – 336 с.
8. Etro F. Innovation by leaders / F. Etro // Economic journal. – 2004, April. – P. 281-303.
9. Etro F. Aggressive leaders / F. Etro // RAND journal of economics. – 2006. – № 37 (1). – P. 146-154.
10. Gorbachuk V. M. Generalized Cournot-Stackelberg-Nash equilibrium / V. M. Gorbachuk // Cybernetics and systems analysis. – 2006. – V. 42. – № 1. – P. 25-33.
11. Gorbachuk V. M. An asymmetric Cournot-Nash equilibrium under uncertainty as a generalized Cournot-Stackelberg-Nash equilibrium / V. M. Gorbachuk // Cybernetics and systems analysis. – 2007. – V. 43. – № 4. – P. 471-477.
12. Gorbachuk V. The prisoner's dilemma solved for a symmetric duopoly / V. Gorbachuk // XII international scientific Kravchuk conference (15-17 May, 2008). – Kyiv : National Technical University of Ukraine "KPI", 2008. – V. II. – P. 47.

Данильчук Г.Б.

УДК 330.46:519.86

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНТРОПІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ РЕЦЕСІЇ

Проблема вивчення кризових явищ соціально-економічних систем відноситься до найбільш фундаментальних в економічній науці. Розкриттю сутності кризових процесів в економіці у загальному фундаментальному розумінні присвячено роботи авторів як початку ХХ сторіччя (Ф. Кене, М. Туган-Барановський, М. Кондрат'єв, Є. Слуцький, В. Мітчел, Дж. Хікс, Дж. Кітчін, К. Джуглар, Р. Лукас, Д. Лонг, Р. Фріш, Дж. Кейнс), так і праці сучасних іноземних та вітчизняних науковців (П. Кругман, Д. Корсетті, М. Шиндлер, Д. Стігліц, Д. Сорос, М. Барклі, А. Бернак, М. Хатчінсон, Н. Рубіні, Д. Сорнетте).

На жаль, кількість наукових праць та фундаментальних досліджень, присвячених проблематиці моніторингу, прогнозування, попередження кризових явищ у соціально-економічних системах та виходу з кризи, є досить обмеженою. Зазначені вище обставини зумовлюють актуальність і своєчасність даної роботи.

Проаналізувавши методологічний апарат вивчення процесів рецесії, ми дійшли висновку: для дослідження довжини та глибини рецесії можливе використання ентропійних показників.

Метою роботи є дослідження можливостей ентропійних показників для визначення довжини рецесії в складних фінансово-економічних системах.

Існує декілька варіантів визначення терміну рецесія:

*Рецесія* (лат. *Recessus* – відступ) – в економіці (зокрема в макроекономіці) термін, що позначає спад виробництва, характеризується нульовим ростом валового національного продукту (стагнація) чи його падінням протягом більше ніж півроку. Рецесія є однією з фаз економічного циклу кон'юнктури, що настає після буму і змінюється депресією.

*Рецесія економічна* у сучасному циклі кон'юнктури фаза зменшення господарської активності, що виражається у зменшенні обсягу національного доходу та зайнятості.

Незалежна дослідна організація Національне бюро економічних досліджень (NBER) [7] проводить чітку хронологію початку та закінчення рецесії в Сполучених Штатах Америки, але констатує лише найбільш виражені цикли, коли економічна рецесія триває два і більше кварталів. Отже, наша задача показати можливість визначення довжини рецесії із використанням показників індексів фінансових ринків, які інтегрально характеризують економічний стан країни.

Введемо поняття ентропії та ентропійних показників.

Поняття ентропії було вперше введено Р. Клаузіусом – «*ентропія*», що походить від грецького слова *τροπή*, «зміна» (зміна, перетворення). Наступним кроком стала нова інтерпретація Л. Больцмана, для якої характерні уявлення про дискретність та ймовірність. Згідно визначенню Больцмана, ентропія є просто функцією стану. К. Шеннон запропонував формулу для оцінки невизначеності кодової інформації в каналах зв'язку, так звану ентропію Шеннона [1].

Узагальнення ентропійних показників продовжують з'являтися і надалі. Наприклад, К. Тсалліс узагальнив формулу Шеннона на випадок неекстенсивності ентропії.

Що стосується застосування ентропії для дослідження поведінки фінансових систем, то найбільш популярними є ентропія подібності (Approximate Entropy, ApEn) [2], ентропія шаблонів (Sample Entropy, SampEn) [3], ентропія перестановок (Permutation Entropy) [4], вейвлет-ентропія [5], ентропія Реньї [5], нечітка ентропія [6] та інші.