

УДК 519.73: 330.33

О. Г. Яковенко, Т. Ю. Сидора

*Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара***АЛГОРИТМ ЧИСЕЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ  
ПРИБУТКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

Запропоновано до розгляду алгоритм чисельної реалізації економіко-математичної моделі дослідження коливальних процесів функціонування виробничого підприємства, яка дає можливість визначити стратегію швидкого реагування на зміни у системі MathCad.

*Ключові слова:* моделювання, коливальні процеси, алгоритм чисельної реалізації.

Предложено рассмотреть алгоритм численной реализации экономико-математической модели исследования колебательных процессов функционирования производственного предприятия, позволяющая определить стратегию быстрого реагирования на изменения в системе MathCad.

*Ключевые слова:* моделирование, колебательные процессы, алгоритм численной реализации.

The numerical implementation's algorithm of economic-mathematical research model of production business operation's oscillating processes in program MathCad which enables identifying of agility to changes is submitted to consideration.

*Keywords:* simulation, oscillatory processes, the algorithm of numerical realization.

Перехід України до ринкових відносин та розвиток науково-технічного прогресу значно підвищили роль динамічних та коливальних процесів в економіці взагалі та в процесі функціонування виробничих підприємств зокрема [1]. Складність процесу полягає не стільки в якості нових правил гри на ринку, скільки у постійних змінах цих правил.

Суть цього явища полягає в необхідності пошуку можливості швидкого реагування на зміни, що відбуваються у внутрішньому та зовнішньому середовищах у процесі функціонування економічних систем. Для виробничої фірми особливо актуальним є вибір стратегії функціонування, яка дає можливість змінити своє становище за короткий час в кращий бік з урахуванням такого обмежуючого факторів, як ємність ринку, що має тенденцію до зміни в зв'язку з коливальними процесами, котрі відбуваються як зовні, так і всередині країни за різними факторами соціального, економічного та політичного характеру. Отже, побудова адаптивної моделі діяльності підприємства є актуальною проблемою.

Існують різні підходи до визначення питань економічної динаміки [2–4]. Відтворення являє собою безперервний процес виробництва. Цей процес не завжди і за будь-яких умов зростає. Відтворення суспільного продукту відбувається прогресивно, тобто існує тенденція до зростання, але не рівномірна. Періоди швидкого зростання, як правило, змінюються періодами застою і навіть скороченням виробництва.

Циклічного характеру розвитку ринкова економіка набула з початку XIX століття, коли вона досягла високої зрілості. До цього циклічність не проявлялась достатньо рельєфно, що дало підставу класичній політичній економії говорити про безкризовий економічний розвиток, який забезпечувався доцільним і ефективним механізмом попиту та пропозиції.

Криза є головною фазою циклу. Її функція полягає у встановленні порушеної рівноваги між основними пропорціями економіки. Такою є реакція ринкового механізму на порушення рівноваги між попитом і пропозицією, виробництвом і споживанням тощо. Піднесення – це фаза циклу, коли виробництво перевищує рівень попереднього циклу і зростає високими темпами. Таким чином, цикл є об'єктивним

механізмом встановлення макроекономічної рівноваги, хоча він пов'язаний із значними втратами [5].

Структурна криза з'являється тоді, коли стара структура економіки перестає відповідати новим техніко-економічним параметрам виробництва, існує нагальна необхідність її зміни і переходу до нового технологічного способу виробництва. Складність такого переходу зумовлена тим, що стара економічна структура не сприймає необхідних змін і чинить їм опір, занепадають ключові галузі економіки, які визначають структуру відтворення суспільного виробництва.

Існує близько 200 різноманітних концепцій тлумачення причин циклічного характеру виробництва і насамперед криз та рекомендацій для їх усунення.

Серед наукових робіт, в яких розкриваються причини цих явищ, виділяються роботи Дж. Кейнса [6] та його послідовників, зокрема Р. Харрода, Дж. Хікса, Е. Хансена [7; 8], економічний цикл розглядається як результат взаємодії таких агрегатних показників, як національний дохід, фонд споживання і нагромадження капіталу. М. Фрідмен причиною циклічності вважав нестабільність грошової пропозиції, яка зумовлена безпосереднім втручанням держави в економіку. Н. Калдор називав причиною циклічних коливань розрив у динаміці інвестицій і заощаджень. З усього цього витікає, що найлогічнішою основною причиною економічних криз можна вважати суперечність між суспільним характером виробництва і несупільною формою привласнення його результатів.

Існують довгі цикли, відкриті М. Кондратьєвим [9], які отримали назву «хвиль» кон'юнктури. Вони тривають 50 років і зумовлені процесом якісних змін базисних поколінь і технологій, транспортних засобів, великих споруд тощо у провідних галузях економіки. В роботі [5] згруповані всі цикли за періодом їх дії.

Метою даної статті є дослідження коливальних процесів функціонування виробничих підприємств за допомогою створення економіко-математичної моделі та її чисельної реалізації.

В роботі [10] виділено три рівні рівноважних станів економіки і, відповідно, три різновиди відхилень від них, що генерують три види економічних циклів:

- рівновага першого порядку – між ринковим попитом та пропозицією. Відхилення від неї породжує короткострокові коливання з періодом в 3–3,5 роки. Це цикли товарних запасів;

- рівновага другого порядку – між сукупним попитом та сукупною пропозицією (між обсягами та структурою обумовленого платоспроможністю суспільного споживання та суспільного виробництва. Відхилення від рівноваги формують середньострокові цикли оновлення основного капіталу з періодичністю в 7-11 років;

- рівновага третього порядку – між основними капітальними благами, до яких відносяться виробнича інфраструктура та кваліфікована робоча сила, та іншими елементами технологічного способу виробництва. Відхилення від цієї рівноваги викликають довгострокові коливання в економіці з періодом від 45 до 60 років – довгі хвилі.

Всі три види коливань в економіці взаємодіють між собою і кожна наступна фаза кожного господарського циклу є результатом протиріч, що накопичуються в попередніх фазах інших циклів.

Таким чином, розглядаючи різні цикли коливань в економіці, можна говорити, що матеріальною основою циклу матеріальних запасів є періодичне оновлення споживчих властивостей товарів та послуг.

В результаті економічною умовою формування циклічних коливань стає внутрішньогалузева конкуренція, яка впливає на визначення вартості товарів через постійні відхилення їхніх ринкових цін від рівноважних.

Рівновага другого порядку досягається в результаті трансформації вартості товару в ціну її виробництва, яка стає основою рівноважних ринкових цін у результаті міжгалузевого перетікання капіталів. Ціну виробництва можна розглядати як точку динамічної рівноваги між різними галузями економіки та сферами економіки, економічною умовою формування середньострокового циклу оновлення активної частини основного капіталу – міжгалузевою конкуренцією.

Оскільки даний вид циклічних коливань викликається порушенням рівноваги між структурою сукупного попиту та сукупної пропозиції, то у фазу кризи буде втягнута вся національна економіка, що породжує довгі хвилі коливань в економіці.

Відхилення від рівноваги третього порядку відбувається в результаті накопичення диспропорцій між різними структурними елементами технологічного способу виробництва. Господарські умови, що зумовлюють виникнення довгих хвиль, формують внаслідок взаємодії власне внутрішніх механізмів саморегулювання економіки з зовнішнім регулюючим впливом інших сфер суспільного життя.

Крім того, відмічається наявність в економіці додаткових або проміжних криз [11], які, на відміну від усіх інших, не формують особливі різновиди циклічних коливань, виступають способом тимчасового і неповного вирішення суперечностей на будь-якій із фаз різних економічних циклів. Тобто проміжні кризи модифікують економічні процеси в певні періоди розвитку економічних систем. Проміжні кризи проявляються в процесах функціонування окремих підприємств, галузей, національної економіки в цілому, світового господарства.

Кожну форму кризи можна розглядати як різновид структурної кризи, тому що її можна трактувати як спосіб неминучого вирішення суперечностей, тимчасового відновлення рівноваги між певними структурними складовими тієї чи іншої економічної системи. Необхідно зазначити, що рівновага в реальному господарському процесі як фіксована пропорційність певної системи економічних змінних настільки випадкова, миттєва, що вона практично ніколи не існує.

В реальному житті рівновага завжди існує в динаміці і означає таку траєкторію розвитку економічної системи, яка забезпечується можливістю безконфліктного вирішення суперечностей між взаємообумовленими та взаємодіючими структурними елементами даної системи. Тобто можна сказати, що циклічні кризи в економіці не стільки відновлюють час від часу порушену господарську рівновагу, скільки забезпечують можливості для подальшого економічного розвитку. Але не кожна циклічна криза в економіці знімає всі суперечності та усуває диспропорції в економічній системі, які заважають подальшому розвитку. В такому випадку для вирішення накопичених суперечностей потрібні декілька еволюційних циклів.

Таким чином, структурні кризи у функціонуванні різних економічних систем у загальному виді можуть бути визначені як таке відхилення цих систем їх динамічної рівноваги, яке заважає їх розвитку впродовж певного проміжку часу і виникає тоді, коли структура економічної системи вступає в суперечність її еволюції. Структурна криза на рівні окремого підприємства здебільшого виникає під впливом таких факторів, як цілеспрямовані дії конкурентів, інфляційні процеси, неадекватна фінансова політика держави, зміни ринкової кон'юнктури тощо. В цих випадках структурна криза спричиняється дією зовнішніх по відношенню до підприємства факторів.

Найбільш поширеним заходом запобігання є зміни в напрямках господарської діяльності, в асортименті продукції, послуг, у структурі собівартості тощо. Якщо ж підприємство лишається в кризовому стані протягом тривалого часу, тобто якщо воно все ж таки було втягнуто в структурну кризу, то переважаючими формами

прояву цієї кризи є падіння абсолютних показників господарської діяльності та його банкрутство.

Умови рівноваги підприємства знаходять у довгостроковому періоді як розв'язок наступної моделі, адекватність якої наведено у роботі [12]:

$$\pi(q, z) \rightarrow \max; \Phi(q, z, P) = 0; q \geq 0; z \geq 0, P \geq 0.$$

Функція прибутку  $\pi$  визначається як [13]:

$$\pi(q, y) = qr - zw = \sum_{i=1}^l p_i q_i - \sum_{j=1}^k w_j z_j,$$

де  $w$  – вектор цін на витрати,  $p$  – вектор цін продукції,  $z(P)$  – вектор витрат,  $q$  – вектор загального випуску продукції.

Таку задачу може бути розв'язано, наприклад, методом Лагранжа зважаючи, що вектор витрат залежить від дії коливальних процесів та з урахуванням такого обмеження:

$$L(q, z, \lambda) = qr - zw + \lambda(a_1 q + a_2 z + a_3 z).$$

В результаті перетворень одержуємо систему нелінійних рівнянь:

$$\begin{cases} p(q-1) + w(a_2 z - a_1 q^{-2}) = 0, p \neq 0, w \neq 0, \\ q^{-1} + qz - z = 0, \end{cases}$$

розв'язати яку можна у системі MathCad.

Для розв'язання систем нелінійних рівнянь у MathCad існує спеціальний обчислювальний блок, що складається з трьох частин, які йдуть послідовно одна за одною:

- ключове слово – Given;
- система, записана за допомогою логічних операторів у вигляді рівностей та, можливо, нерівностей;
- вбудована функція для розв'язання системи рівнянь відносно невідомих змінних.

Вставляючи логічні оператори, слід користуватися панеллю інструментів Boolean. Блок Given/Find використовує для пошуку розв'язку ітераційні методи, тому слід задати початкові значення для невідомих змінних  $q$  та  $z$ . Також слід задати значення інших аргументів, які входять до функції.

Після цього необхідно надрукувати ключове слово Given, яке вказує, що далі йтиме система рівнянь та ввести рівняння (чи нерівності) у будь-якому порядку. Кількість рівнянь не повинна бути меншою за кількість невідомих, тому, якщо рівнянь менше, слід продублювати одне з рівнянь або ввести будь-яку рівність (наприклад,  $2 = 2$ ).

Завершує обчислювальний блок одна з наступних функцій:

- $\text{Find}(v_1, v_2, \dots, v_n)$  – повертає значення однієї чи кількох невідомих для точного розв'язку. Використовується, коли розв'язок реально існує;
- $\text{Minerr}(v_1, v_2, \dots, v_n)$  – повертає значення однієї чи кількох невідомих для наближеного розв'язку. Намагається знайти максимально наближений навіть до неіснуючого розв'язку шляхом мінімізації середньоквадратичної похибки розв'язку. За умови використання цієї функції слід обов'язково перевіряти отримані розв'язки.

З функцією можна вчинити наступні дії:

- вивести отриманий розв'язок надрукувавши вираз  $\text{Find}(v_1, v_2, \dots, v_n) = ;$
- визначити змінну за допомогою функції Find:

$a := \text{Find}(v_1, v_2, \dots, v_n)$  – скаляр,  
 $\text{var} := \text{Find}(v_1, v_2, \dots, v_n)$  – вектор.

Таку можливість зручно застосовувати тоді, коли необхідно використати отриманий розв'язок системи рівнянь в іншому місці робочого документа:

- визначити іншу функцію за допомогою функції  $\text{Find}$   
 $f(a, b, c, \dots) := \text{Find}(v_1, v_2, \dots, v_n)$ .

Ця конструкція є зручною для багаторазового розв'язування системи рівнянь для різних значень параметрів  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , які безпосередньо входять у систему рівнянь.

Значенням функції  $\text{Find}$  є вектор розв'язків для всіх змінних, число елементів якого є рівним числу аргументів функції  $\text{Find}$ .

Повідомлення про помилку «No solution was found. Try changing the guess value or the value of TOL or CTOL» при розв'язанні рівнянь з'являється коли:

- поставлена задача не може бути розв'язана;  
 - неправильно було обрано початкові наближення;  
 - можливо, поставлена задача не може бути розв'язана з заданою точністю і слід змінити значення TOL.

Отримані розв'язки є точками локального екстремуму функції Лагранжа. Зафіксувавши одну із змінних, можна дослідити, яким чином інша впливає на функцію прибутку.

Таким чином, у роботі запропоновано алгоритм чисельної реалізації в системі MathCad математичної моделі прибуткової діяльності виробничого підприємства з урахуванням циклічних процесів у зовнішньому ринковому середовищі.

### Бібліографічні посилання і примітки

1. Геєц В.М. Трансформационные преобразования в Украине / В.М. Геєц // Общество и экономика. – 2006. – № 3. – С. 28–35.
2. Мельник Л.Ю. Економічна теорія / Л.Ю. Мельник, М.Х. Корецький. – Дніпропетровськ: ДНУ, 1998. – 574 с.
3. Прыкин Б.В. Новейшая теоретическая экономика. Гиперэкономика (Концепции философии и естествознания в экономике) / Б.В. Прыкин. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 445 с.
4. Гальчинский А. Цикличность как общая закономерность рыночной экономики / А. Гальчинский // Экономика Украины. – 1991. – № 8. – С. 24–33.
5. Економіко-математичні моделі економічного зростання / О.О. Бакаєв, В.І. Гриценко, Л.І. Бажан, Л.О. Бакаєв, К.А. Бобер. – К.: Наукова думка, 2005. – 190 с.
6. Кейнс Дж. Общая теория занятости, процента и денег / Дж. Кейнс. – М.: Статистика и финансы, 1978. – 227 с.
7. Harrod R. An essay in dynamic theory // Economics Journal. – 1939. – Vol. 49.
8. Г. Ван дер Вее. История мировой экономики: 1945–1990 / Г. Ван дер Вее. – М.: Дело, 1994 – 295 с.
9. Ивашновский С.Н. Макроэкономика / С.Н. Ивашновский. – М.: Дело, 2002. – 472 с.
10. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры / Н.Д. Кондратьев // Проблемы экономической динамики. – М.: Экономика, 1989. – 526 с.
11. Бутник О.М. Економіко-математичне моделювання динамічних закономірностей економічних систем / О.М. Бутник. – Х.: ІНЖЕК, 2003. – 224 с.
12. Яковенко О.Г. Модель діяльності підприємства в умовах циклічних змін ринкового середовища / О.Г. Яковенко, Т.Ю. Сидора // Економічний простір. – 2009. – № 27. – С. 236–242.
13. Яковенко О.Г. Моделювання прибуткової діяльності підприємства в умовах циклічних змін / О.Г. Яковенко, Т.Ю. Сидора // Економічна кібернетика. – 2009. – № 1–2. – С. 17–24.

*Надійшла до редколегії 24.05.2010.*