
МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

УДК 330.35

© Ляшенко О.І., 2011

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ДИНАМІЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОУКЛАДНОСТІ ЕКОНОМІКИ

На основі теорії біфуркації (катастроф) запропонована динамічна модель впливу підприємницького потенціалу на процес формування технологічного виробничого укладу. Проаналізовано ефекти, що виникають при заміщенні технологічних укладів.

Ключові слова: підприємницький потенціал, технологічний уклад, модель, моделювання, теорія біфуркації, ВНП.

Вступ. Дослідження причин та наслідків циклічних довготривалих коливань ділової активності в економіці привело до виникнення та розвитку концепції технологічної багатоукладності виробництва. На сьогодні загальноприйнята точка зору про існування шести технологічних укладів, де під поняттям технологічного укладу розуміється сукупність технологій та виробництв одного рівня.

Дослідження свідчать, що в ринковій економіці становлення та зміна технологічного укладу проявляється у формі довгих хвиль економічної кон'юнктури (хвилі Кузнеца). При цьому темпи економічного зростання і ділової активності змінюються залежно від фази життєвого циклу технологічного укладу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню особливостей технологічного розвитку економіки присвячені наукові праці Й. Шумпетера, Р. Фостера, Дж. Мартіно, Г.Доброва, С. Глазьева, Р. Нижегородцева. Значний внесок у розробку цієї ж проблематики зробили

українські науковці В. Геєць, Л.Федулова, Ю. Бажал та інші.

Особливо варто відзначити внесок Й. Шумпетера в дослідження економічного розвитку. Шумпетер ввів в економічну науку розмежування між економічним зростанням та економічним розвитком. **Економічне зростання** — це збільшення виробництва та споживання одних і тих же товарів і послуг з часом. **Економічний розвиток** — це, перш за все, поява чогось нового, невідомого раніше, або якщо говорити сучасною мовою, **інновацій**. Сам Шумпетер визначив інновацію таким чином [1]: „Ця концепція включає п'ять випадків: (1) Створення нового товару, з яким споживачі ще не знайомі, або нової якості товару. (2) Створення нового методу виробництва, ще не випробуваного в даній галузі промисловості, який зовсім не обов'язково базується на новому науковому відкритті і може полягати в новій формі комерційного обігу товару. (3) Відкриття нового ринку, тобто ринку, на якому дана галузь промисловості в даній країні ще не

торгувала, незалежно від того, існував цей ринок раніше чи ні. (4) Відкриття нового джерела факторів виробництва, знову ж таки незалежно від того, існувало це джерело раніше чи його необхідно було створювати заново. (5) Створення нової організації галузі, наприклад, досягнення монополії чи ліквідація монопольної позиції”.

Економічний розвиток порушує хід циркулярного потоку, викликає до життя нові галузі промисловості та припиняє існування застарілих. Це якраз і відбувається при переході від одного технологічного укладу до іншого.

Визначною фігурою у процесі економічного розвитку, за Шумпетером, є підприємець. Шумпетер настійливо підкреслює відмінності між поняттями «капіталіст» та «підприємець». Фігура підприємця характеризується не тим, чим у кінцевому підсумку він володіє, а особливими якостями характеру — ініціативою, авторитетом, даром передбачення, готовністю до ризику. В рамках простого кругообігу, на його думку, підприємця немає. Це — особливий тип людини-носія динамічних процесів; він завжди націлений на нове, будучи локомотивом технічного прогресу.

Саме тому при дослідженні процесів переходу до нового технологічного укладу необхідно враховувати вплив підприємця на процеси, що відбуваються у суспільному житті загалом і в економіці, зокрема. Тому при дослідженні економічного розвитку доцільно ввести таке поняття, як „підприємницький потенціал”, який характеризує не лише обсяг накопиченої професійної освіти, наукової інформації, практичних навичок, але й ініціативу, здатність до прийняття новаторських рішень та їх впровадження.

Метою даної роботи є створення динамічної моделі нагромадження в часі підприємницького потенціалу суспільства та його впливу на формування технологічних виробничих укладів. У даному випадку підприємницький потенціал підприємства, галузі, регіону чи окремої країни будемо розуміти як обсяг накопиченої професійної освіти, досвіду, творчої праці, наукової інформації та знань на шляху досягнення певної мети чи реалізації певної стратегії.

Виклад основного матеріалу.

Вивчення причин циклічності довготривалих коливань ділової активності в економіці країн логічно привело до виникнення концепції технологічної багатоукладності виробництва. На сьогодні загальноприйнята точка зору про існування шести технологічних укладів (табл. 1), де під поняттям технологічного укладу розуміється сукупність технологій та виробництв одного рівня [2].

Аналіз досвіду високорозвинених країн свідчить, що технологічна структура їхньої економіки зорієнтована переважно на використання технологій шостого та п'ятого укладів. Високотехнологічна багатофункціональна продукція галузей забезпечує конкурентоспроможність економіки в цілому і є джерелом зростання доданої вартості.

Спостереження свідчать про те, що в ринковій економіці становлення та змінна технологічного укладу проявляється у формі довгих хвиль економічної кон'юнктури. Залежно від фази життєвого циклу технологічного укладу змінюються темпи економічного зростання та ділової активності.

Таблиця 1

Технологічні уклади

№ укладу	Роки (приблизно)	Ядро укладу	Ключовий фактор
1	1780-1840	текстильна промисловість, виплавка чавуну, обробка заліза, будівництво каналів	водяний двигун
2	1840-1890	залізничний та пароплавний транспорт, створення машин та верстатів, вугільна промисловість	паровий двигун
3	1890-1940	електротехнічне машинобудування, неорганічна хімія, кораблебудування, важке озброєння, виробництво сталі	електродвигун
4	1940-1990	автомобілебудування, моторизоване озброєння, синтетичні матеріали, кольорова металургія, органічна хімія, електронна промисловість	двигун внутрішнього згорання
5	1990-2020	обчислювальна техніка, програмне забезпечення, телекомунікації, створення роботів, оптичні волокна	газові технології
6	після 1995	біотехнології, нанотехнології, оптоелектроніка, аерокосмічна промисловість	Неградиційні джерела енергії

Аналіз технологічного рівня розвитку в Україні показує, що існуюча технологічна багатоукладність виробництва стає сьогодні однією з головних структурних проблем української економіки. Аналогічно, як і в Росії, різнотипні технологічні уклади існують і відтворюються паралельно і незалежно один від одного.

На сьогодні в Україні домінує відтворення третього технологічного укладу. Найбільш розповсюджені залізничний транспорт, чорна металургія, електроенергетика, неорганічна хімія, споживання вугілля, машинобудування.

Частково використовується і четвертий уклад – розвиток органічної хімії й полімерних матеріалів, кольорової металургії, нафтопереробки, автомобілебудування, точного машинобудування й приладобудування, традиційного ВПК, електронної промисловості, поширення автоперевезень, широкий вжиток нафти.

Що стосується п'ятого технологічного укладу, то на нього припадає 3-5 % у загальній структурі національної економіки. Цей уклад сьогодні визначає властиво постіндустріальний тип виробництва (тобто розвиток складної обчислювальної техніки, сучасних видів озброєнь, програмного забезпечення, авіаційної промисловості, телекомунікацій, робототехніки, нових матеріалів).

Згідно з даними Інституту економіки та економічного прогнозування НАН України, близько 58% обсягу промислової продукції доводиться на третій технологічний уклад і 38% – на четвертий уклад. Випуск продукції, що припадає на п'ятий та шостий уклади, становить близько 4 %, причому шостий технологічний уклад, що визначає перспективи високотехнологічного розвитку країни в майбутньому, в Україні майже відсутній (менше 0,1 %).

Моделювання обсягу суспільного виробництва в умовах функціонування технологічного укладу характеризується тим, що в кожний момент часу нарощується певний технологічний фонд, від величини якого суттєво залежить швидкість подальшого зростання обсягу виробництва. Указаний процес, за твердженням Нижегородцева Р.М.

[3], можна описати логістичною кривою, що задається диференціальним рівнянням

$$\frac{dy}{dT} = a(y - k_1)(k_2 - y), \quad a > 0, \quad (1)$$

де $y(T)$ – технологічно значущий результат, що досягається даним технологічним укладом при сукупних витратах T (витрат часу, витрат людського капіталу тощо); k_1, k_2 – відповідно мінімально та максимально можливий технологічно значущий результат функціонування даного технологічного укладу; a – параметр, що впливає на

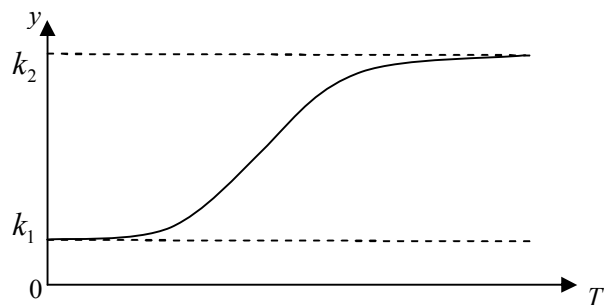


Рис. 1. Динаміка технологічно значущого результату $y(T)$ від витрат ресурсів

швидкість зміни $y(T)$. Графічно динамічна величина $y(T)$ має вигляд, зображений на рис. 1.

Життєвий цикл технологічного укладу закінчується процесом заміщення, причому його тривалість має тенденцію до скорочення. Графічно заміщення технологічного укладу одного рівня іншим протягом часу відбувається, як зображено на рис. 2.

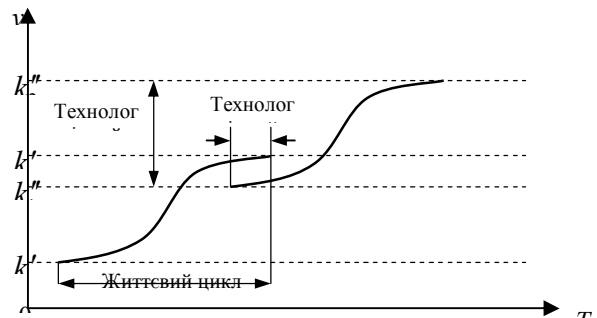


Рис. 2. Заміщення технологічного укладу

Процес заміщення технологічного укладу може відбуватися швидше або повільніше. В останньому випадку час технологічного розриву характеризується відсутністю

провідного технологічного укладу в галузі, коли технології, що використовуються, не відповідають передовим умовам виробництва (морально застарівають), проте перехід до нового укладу ускладнений недостатнім розвитком новітніх технологій.

Тривалий час життєвого циклу та заміщення технологічного укладу призводить до нерівномірності економічного зростання. Під час заміщення домінуючих технологічних укладів країна-лідер рівня економічного розвитку стикається з моральним знецінюванням технологічного капіталу. Все ж одночасно з цим країна-лідер отримує потенційну можливість до зростання показника частки доданої вартості.

Рівні оволодіння технологічних укладів по галузях матеріального виробництва визначають відповідно до долі доданої вартості, а отже, й сукупного обсягу доданої вартості, тобто валового національного продукту. Розподіл валового національного продукту за доходами та його подальше використання приводить до здійснення відповідної інвестиційної політики. Розподіл інвестицій на інтенсивні та екстенсивні впливає на рівень використання технологічних укладів.

Рівень використання суспільством функціонуючого технологічного укладу – це узагальнюючий показник, що розраховується на базі існуючої структури інвестицій в основний капітал і наявних трудових ресурсів, що можуть працювати в нових технологічних умовах.

Оскільки накопичення знань і досвіду можна оцінювати як експоненційне зростання в часі з певним темпом, то накопичення підприємницького потенціалу можна описувати такою математичною моделлю:

$$\frac{dx}{dt} = rx, \quad x(t_0) = x_0,$$

де $x(t)$ – підприємницький потенціал, накопичений на час t , r – заданий темп зростання, в загальному випадку $r = r(t)$.

Отже, обсяг підприємницького потенціалу при $r > 0$ є монотонно зростаючою функцією часу. Графічно при $r = \text{const} > 0$ функція $x(t)$ представляє експоненту (рис. 3).

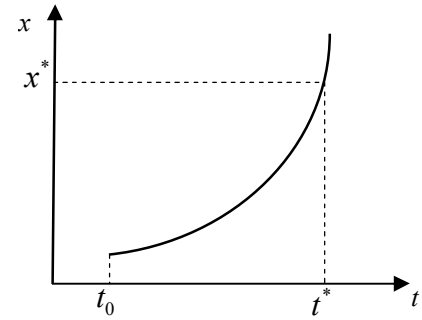


Рис. 3. Динаміка накопичення підприємницького потенціалу

У певний час t^* експонента $x(t)$

досягне деякого порогового значення x^* , коли починає формуватися новий технологічний уклад, що може вимірюватись обсягом внутрішнього національного продукту на одного працюючого.

Повертаючись до моделі (1), визначимо, що в ній наявні два стани рівноваги (стаціонарні розв'язки) k_1 та k_2 ($0 < k_1 < k_2$).

Лінеаризуємо диференціальне рівняння (1) в околі точки рівноваги k_1 . Тоді маємо таке лінійне наближення:

$$\frac{d\bar{y}}{dT} = a(k_2 - k_1)\bar{y}, \quad y = k_1 + \bar{y}.$$

Аналогічно, в околі точки рівноваги k_2 одержуємо лінійне наближення:

$$\frac{d\bar{y}}{dT} = -a(k_2 - k_1)\bar{y}, \quad y = k_2 + \bar{y}.$$

Виявляється, що при $a < 0$ стійкою буде точка k_1 , а при $a > 0$ – стійка точка k_2 . Отже, при $a = 0$ відбувається біфуркація обміну стійкості між двома станами рівноваги.

Перехід величини параметра через значення $a = 0$ не проводить до порушення неперервності розв'язку диференціального рівняння (1), проте його якісна поведінка змінюється, оскільки змінюється його асимптотика. Швидкість наближення розв'язку до стійкого рівноважного стану залежить від того, наскільки далеко величина a відхилилася від нуля.

Не виникає сумніву, що обсяг підприємницького потенціалу x при

переході його через задане порогове значення x^* включає внутрішні механізми формування (освоєння) наступного технологічного виробничого укладу. Це дає право на створення відповідної математичної моделі на базі теорії біфуркації (теорії катастроф) [4, 5] і використанні при цьому методу «внутрішніх біфуркацій» [6]. Такою пропонується динамічна модель:

$$\frac{dx}{dt} = rx, \quad r > 0,$$

$$\frac{dy}{dt} = (x - x^*)a(y - k_1)(k_2 - y), \quad a > 0.$$

Графічно динаміка освоєння та переходу економіки країни на новий технологічний уклад з врахуванням ефекту заміщення технологічних укладів, зображеного на рис. 2, може бути представлена на рис. 4.

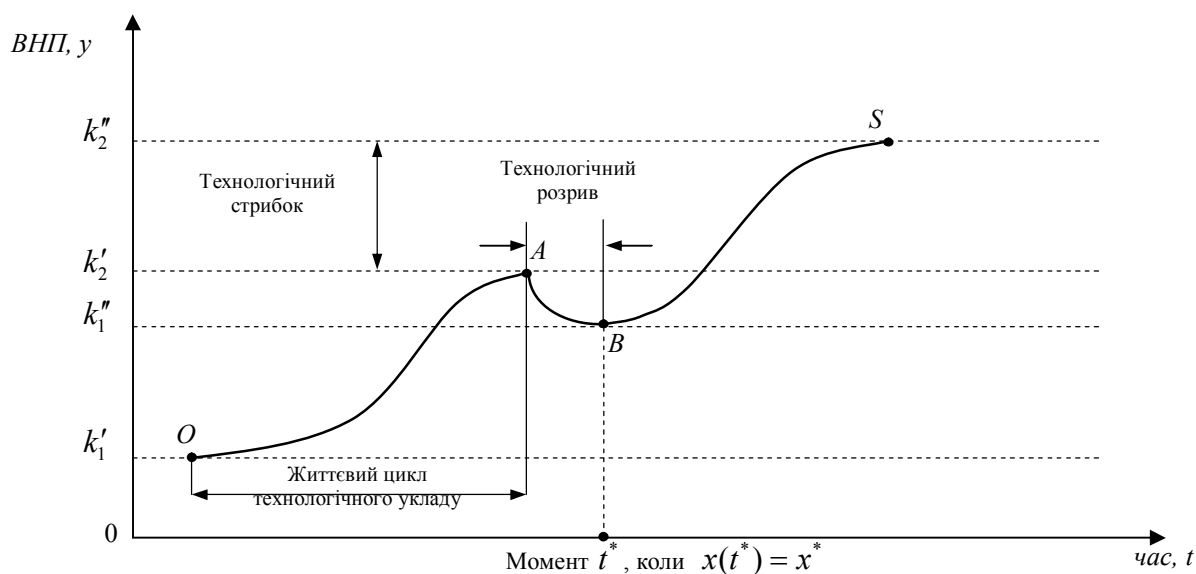


Рис 4. Динаміка освоєння та переходу економіки країни на новий технологічний уклад

На рис. 4 точка A відповідає стану, коли попередній технологічний уклад майже вичерпав себе і прийнято рішення освоювати наступний технологічний уклад, хоча значення валового національного продукту на одного працюючого $x(t)$ ще не досягло свого порогового значення x^* . Точка B відповідає стану, коли $x(t)$ досягає свого порогового значення x^* . Тобто крива AB описує стан волюнтаристського рішення про освоєння наступного технологічного укладу, хоча рівень підприємницького потенціалу ще не досяг свого порогового значення x^* . У цей час ВВП на одного працюючого падає, оскільки наявний підприємницький потенціал ще не спроможний повністю освоїти новий технологічний уклад. Криві

OA та BS описують процес функціонування попереднього та наступного укладів.

Відзначимо дві особливості розв'язків динамічної моделі (3). Перша особливість – це наявність технологічного розриву AB (рис. 4), коли ВВП на одного працюючого падає (витрати перехідного періоду). Ця особливість пояснює циклічність коливного процесу нарощування економічного (технологічного) прогресу, що спостерігається у світі протягом століть. При цьому падіння ВВП на одного працюючого має обвальний характер, який поступово переходить у плавне уповільнення, що закінчується плавним його нарощуванням при переході підприємницького потенціалу через порогове значення x^* . Друга особливість – несиметричність динамічної системи (3), що добре ілюструє різний

індикаційний зміст показників x та y . З однієї сторони, показник y може прямувати до двох альтернативних значень k_1 та k_2 і за його значеннями легко оцінити стан системи. З іншого боку, відмітність у динаміці цього показника другорядна, бо першорядною є перехід величини x через порогове значення x^* . Більше того, оцінюючи близькість x і x^* , можна оцінити принципову можливість переходу системи в новий стан. Тому в цілому перший показник (тобто x) більш цінний для ідентифікації системи.

Висновки. У даній роботі одержано новий науковий результат стосовно динаміки ВВП на одного працюючого, пов'язаної з переходом економічної системи на наступний технологічний уклад. Показано істотний якісний вплив обсягу підприємницького потенціалу на динаміку відповідного ВВП на одного працюючого. Проаналізовано особливості відповідного циклічного розвитку подібної системи. Результати моделювання показують, що між розвитком технологічного укладу та

підприємницьким потенціалом існує позитивний зв'язок, але залежність не проста і розроблені моделі засвідчують, що при переході відбувається технологічний розрив і змістово цей розрив пов'язаний з волюнтаристськими рішеннями та падінням продуктивності.

Список літератури

1. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития / Й.А. Шумпетер. – М.: Прогресс, 1982. – 450 с.
2. Денисон Э. Исследование различий в темпах экономического роста / Э. Денисон. – М.: Наука, 1991. – 642 с.
3. Супрун В.А. Интеллектуальный капитал: главный фактор конкурентоспособности экономики в XXI веке / В.А. Супрун. – М.: Прогресс, 2000. – 192 с.
4. Постон Т. Теория катастроф и её приложение / Т. Постон, Н. Стюарт. – М.: Мир, 1980. – 608 с.
5. Арнольд В.И. Теория катастроф / В. И. Арнольд. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
6. Чернишенко С. В. Нелинейные методы анализа динамики лесных биогеоценозов / С. В. Чернишенко. – Днепропетровск: ДНУ, 2005. – 512 с.

Аннотация

Елена Ляшенко

ДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ МНОГОУКЛАДНОСТИ ЭКОНОМИКИ

На основе теории бифуркации (катастроф) предложена динамическая модель воздействия предпринимательского потенциала на процесс формирования технологического производственного уклада. Проанализированы эффекты, которые возникают при замене технологических укладов.

Ключевые слова: предпринимательский потенциал, технологический уклад, модель, моделирование, теория бифуркаций, ВВП.

Summary

Olena Liashenko

DYNAMIC APPROACH TO MODELLING OF MULTIPLY TECHNOLOGICAL WAYS OF ECONOMY

Dynamic model of influence of entrepreneur potential on the process of forming of technological production way is proposed in the work, based on the theory of bifurcation (catastrophes). The effects, caused by substitution of the technological ways, are being analyzed.

Keywords: entrepreneur potential, technological way, model, modelling, theory of bifurcation, GNP.