

УДК 519.8

## ДО ВИМІРЮВАННЯ СКЛАДНОСТІ ПРОДУКТІВ І УСПІШНОСТІ ЕКОНОМІК

Горбачук Василь Михайлович, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

**Анотація** — Пропонується погляд на економічні зростання й розвиток, де складність економіки країни відіграє головну роль в інтерпретації даних торгівлі як двочасткової мережі, в якій країни зв'язуються з їхніми експортними продуктами. Можна показати, що міра складності економіки країни характеризується структурою цієї мережі.

**Ключові слова** — двочасткова мережа, експортний продукт, міжнародні стандарти, складність економіки.

З часів Адама Сміта вважається, що багатство народів пов'язується з розподілом праці: коли люди та підприємства спеціалізуються у різних видах діяльності, зростає економічна ефективність, збільшуються кількість окремих видів діяльності економіки та число взаємодій між ними, відбувається розвиток при ускладненні структури [8, 12, 13]. Розподіл праці обмежується обсягом ринку: чим більший ринок, тим більше його учасників мають можливість спеціалізуватися і тим глибший розподіл праці може досягатися. Пропонується погляд на економічні зростання й розвиток, де складність економіки країни відіграє головну роль в інтерпретації даних торгівлі як двочасткової мережі, в якій країни зв'язуються з їхніми експортними продуктами. Можна показати, що міри складності економіки країни характеризуються структурою цієї мережі. Більше того, ці міри складності корелюються з рівнем доходу країни, а відхилення від такої кореляції вказують на майбутнє зростання. Тоді країни мають тенденцію до конвергенції за рівнем доходу, зумовленим складністю їхніх виробничих структур, а зусилля на економічний розвиток слід зосереджувати на створення умов, які

допускають виникнення складності для генерації самопідтримування зростання і суспільного процвітання.

Коли всі країни зв'язані одна з одною через глобальний ринок входів (затрат) і виходів (випусків), які можуть скористатися розподілом праці у глобальному масштабі, то виникає питання, чому серед досліджених 60 країн відношення валового внутрішнього продукту (ВВП) на душу населення 95-го до 5-го перцентилія зросло від 3.18 у 1820 р. до 17.82 у 2000 р. [10, 11]. У 2000 р. відношення ВВП на душу населення США і Малаві перевищило 60. Можлива відповідь у тому, що деякі окремі діяльності, які виникають від вищезгаданого розподілу праці, не можна імпортувати, – права власності, регулювання, інфраструктуру, специфічні трудові навички тощо. Такі діяльності кожній країні слід мати наявними на місці, щоб організовувати виробництво. Білл Гейтс на Світовому економічному форумі у Давосі 2016 р. зазначив: «Неможливо виписати чек на хорошу владу – такою її робить народ». Тому продуктивність країни притаманна різноманіттю наявних неторгових (nontradable) спроможностей даної країни, а відмінності за доходом між країнами можна пояснювати відмінностями в економічній складності, вимірюваній розмаїттям наявних у країні суспільних спроможностей та їхніми зовнішніми взаємодіями.

З 1990-х років у моделях економічного зростання часто вважалось, що розмаїття входів у виробництво країною товарів погіршує загальну продуктивність даної країни [5, 8]. При цьому таке припущення рідко підкріплювалося даними. Найбільш цитовані огляди емпіричної літератури не включають посилань на якусь міру різноманіття входів або складності [6].

Можна створити непрямі міри наявних у країни спроможностей (capacities), уявляючи кожен спроможність як будівельний блок або деталь Lego. За цією аналогією продукт еквівалентний моделі Lego, а країна – набору моделей Lego. Країни здатні виробляти продукти, для яких мають усі необхідні спроможності (abilities), подібно до того, як дитина здатна скласти модель Lego, коли набір моделей у дитини містить усі необхідні деталі Lego. Тоді питання економічної складності рівносильне питанню, чи можна робити висновки про такі властивості, як різноманіття та виключність деталей Lego у наборі моделей дитини, спостерігаючи лише моделі, які група дітей (де діти мають різні набори) може скласти. Покажемо, що це можливо, коли інтерпретувати дані, які зв'язують країни (countries) з їхніми експортними продуктами (products), як двочасткову (bipartite) мережу і припускати, що така мережа є наслідком більшої тристоронньої мережі, де зв'язуються країни ( $C_1, C_2, C_3$ ) з їхніми спроможностями ( $a_1, a_2, a_3$ ) і продукти ( $P_1, P_2, P_3$ ) з потрібними для виробництва спроможностями ( $a_1, a_2, a_3$ ). Тому зв'язки між країнами та продуктами вказують на наявність спроможностей країни подібно до того, як створення моделі дитиною говорить про наявність конкретного набору деталей Lego.

Значимо, що ця інтерпретація не дає інформації щодо процесів, якими країни накопичують спроможності, та стосовно характеристик економік, які можуть впливати на такі процеси. При даній інтерпретації розробляються міри складності економіки країни у певний момент часу. Водночас даний підхід можна вважати підвалиною теорії, що бере до уваги процеси, якими країни накопичують соціально-економічні спроможності.

Докладний аналіз накопичення спроможностей є темою окремого дослідження. Розуміння все більших розривів за доходом на душу населення поміж країн є однією з одвічних загадок економіки розвитку. Те, що складність може

пояснювати цю загадку, йде від Адама Сміта [13] та сучасних теорій ендogenousного росту [8, 12], але емпіричні дослідження за цими теоріями не просувалися через відсутність адекватних мір складності. Проте наголошувалося на накопиченні кількох дуже агрегованих факторах виробництва, таких як фізичний і людський капітал, загальні інституціональні міри (скажімо, верховенство права) без урахування їхньої специфічності та доповнюваності. Дана робота дає метод, що використовує наявні економічні дані для розробки мір складності продуктів і країн, показуючи, що ці міри:

- охоплюють інформацію про складність наявної у країни множини спроможностей;

- сильно корелюються з доходом на душу населення держави;

- передбачають майбутнє економічне зростання країни;

- передбачають складність майбутнього експорту країни, спираючись на емпіричні свідчення про тісний зв'язок рівня розвитку зі складністю економіки країни.

Дана робота не виділяє процес, яким країни накопичують спроможності, але зосереджується на їхньому вимірюванні та їхніх наслідках. Водночас з результатів роботи випливає, що виробничу структуру країни можна розуміти як комбінацію двох паралельних процесів:

- процесу, яким країни знаходять нові продукти як ще незвідані комбінації вже наявних у них спроможностей;

- процесу, яким країни накопичують нові спроможності, та поєднують їх з іншими вже наявними спроможностями для розробки більшої кількості продуктів.

Можливе пояснення зв'язку між економічною складністю й зростанням полягає у тому, що країни з доходом нижче сподіваного, виходячи з їхньої забезпеченості спроможностями, мають розробити всі продукти, допустимі при існуючих спроможностях цих країн [2, 3]. Можна очікувати, що такі країни здатні знаходити своє місце у світі краще і зростати швидше порівняно з тими країнами, які зростають лише завдяки накопиченню нових (ресурсних) спроможностей [1, 4].

З цієї точки зору, стимул до накопичення спроможностей залежатиме, серед іншого, від сподіваного попиту, з яким стикатимуться нові спроможності. У свою чергу, цей попит залежатиме від того, як нові спроможності можуть доповнювати існуючі для створення нових продуктів [7]. Це відкриває шлях для подальших досліджень з динаміки нагромадження продуктів і спроможностей.

В економіці розвитку була тенденція не зважати на пошук докладних спроможностей та їхніх зразків доповнюваності, покладаючись на те, що агреговані міри фізичного капіталу (вимірювані у доларах) забезпечуватимуть достатній план проведення політики. Підхід даної роботи обгрунтовуватиме і забезпечуватиме план стратегій розвитку, спрямованих на сприяння продуктам (або спроможностям) як шлях створення стимулів до накопичення спроможностей (або розробки нових продуктів), що, в свою чергу, заохочуватиме подальший співрозвиток нових продуктів (товарів або послуг) [9] і спроможностей.

Дана робота розвиває метод характеристики структури двочасткових мереж (Method of Reflections; метод рефлексій) і застосовує його до даних торгівлі, щоб показати корисність цих даних для пошуку потрібної інформації про наявність спроможностей у країні. Змінні, вироблені методом рефлексій, інтерпретуються як показники економічної складності. Складність економіки країни корелюється з доходом, а відхилення від цієї кореляції вказують на майбутнє зростання, виходячи з того, що країни схильні наблизитися до рівня доходу, пов'язаного з наявною у них множиною спроможностей. Запропоновані міри (метрики) наявних у країні спроможностей обгрунтовуються на моделі, а емпіричні дані підтвержують сильну кореляцію цих мір з різноманіттям трудових входів (на прикладі США), які використовуються для виробництва товарів країни. Покажемо, що рівень складності економіки країни дозволяє передбачати типи

продуктів, які ця країна здатна виробляти в майбутньому: нові продукти, які країна розробляє, суттєво залежить від вже наявних у країні спроможностей.

### Список використаної літератури

1. Горбачук В. М. Базові властивості рівноважних моделей міжнародної торгівлі // Комп'ютерна математика. – 2015. – № 1. – С. 25–34.
2. Горбачук В. М. Моделювання впливу державної політики на міжнародну торгівлю // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: економічні науки. – 2015. – Вип. 10. Ч. 2. – С. 187–193.
3. Горбачук В. М. Торговельні засоби розвитку високотехнологічної галузі // Вісник Одеського національного університету. Економіка. – 2015. – Т. 20. – Вип. 1/1. – С. 162–170.
4. Горбачук В. М. Динаміка добробуту при імпортному тарифі / PDMU (24–28 серпня 2015 р., Одеса). – К.: КНУ ім. Т. Шевченка, 2015. – С. 69.
5. Aghion P., Howitt P.W. Endogenous growth theory. – Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
6. Barro R.J., Sala-i-Martin X. Economic growth. – Cambridge, MA: MIT Press, 2003.
7. Gorbachuk V. M. Nash and Pareto equilibria in alliance of common public product / Nonlinear analysis and applications. – Kyiv: NTUU KPI, 2015. – P. 17–18.
8. Grossman G.M., Helpman E. Quality ladders in the theory of growth // Review of economic studies. – 1991. – 58. – P. 43–61.
9. Hirschman A.O. The strategy of economic development. – New Haven, CT: Yale University Press, 1958.
10. Maddison A. The world economy: a millennial perspective. – Paris: Development Centre of the OECD, 2001.
11. Pritchett L. Divergence, big time // Journal of economic perspectives. – 1997. – 11. – P. 3–18.
12. Romer P. Endogenous technological change // Journal of political economy. – 1990. – 98. – P. S71–S102.
13. Smith A. An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations. – London: W. Strahan and T. Cadell, 1776.

Автор

**Горбачук Василь Михайлович**, старший науковий співробітник, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України (GorbachukVasyl@netscape.net).

Тези доповіді надійшли 05 лютого 2016 року.

Опубліковано в авторській редакції.