

Макроекономіка

Сомеш К. МАТУР

**ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ:  
АНАЛІЗ КРИВОЇ, ЩО ОБГИНАЄ  
МАСИВ ДАНИХ****Резюме**

За допомогою аналізу кривої, що обгинає масив даних, обчислено рівні технічної ефективності 29 країн Південної та Східної Азії, а також країн Європи (ЄС-15 + Норвегія). Індекс технічної ефективності Люксембургу становив одиницю (найвищий рівень технічної ефективності) за всі взяті для аналізу роки. У Нідерландах у 1966, 1971, 1976 та 1981 рр. цей індекс також дорівнював одиниці. У Японії, Великобританії, Бельгії, Ірландії, Індонезії, Іспанії та Німеччині найвищий рівень технічної ефективності серед 29 країн був характерним принаймні в один з узятих для аналізу років упродовж 1966–2000 рр. Однак у 2000 р. середні рівні технічної ефективності (без включення до аналізу тривалості життя як залученого у виробництво фактора) в країнах Південної Азії були вищими, ніж у країнах Європи та Східної Азії. Упродовж 1966–2000 рр. Японія, а після неї Гонгконг показували найвищі рівні середньої технічної ефективності у Східноазійському регіоні.

---

© Сомеш К. Матур, 2005.

Матур Сомеш К., економічний факультет Національного ісламістського університету «Jamia Millia Islamia», Нью Делі, Індія.

Стаття написана на основі дисертації на тему: «Перспективи економічного зростання в окремих Південноазійських та Східноазійських країнах», поданої на розгляд у відділ міжнародної торгівлі Джамійського національного університету (Jamia National University), Нью-Делі (2005 р.).

*Переклад з англійської Хайнюк Людмили.*

Зростання продуктивності праці розкладено на компоненти, властиві для характеристики технологічних змін (рух загальної виробничої межі), технологічного надолуження країнами більш розвинених країн або зміни ефективності виробництва (рух наявних обсягів виробництва країни до або від межі виробничих можливостей), нагромадження фізичного капіталу (рух уздовж виробничої межі) та нагромадження людського капіталу (вираженого ерзац-змінною (ргоху-змінною), що описується тривалістю життя). Загальна виробнича межа побудована на основі детермінованих методів моделювання, які не вимагають ані визначення формалізації технології, ані припущень щодо ринкової структури та відсутності певних характеристик недосконалості ринку. Результати обчислення виявили тенденцію, що у країнах Східної та Південної Азії на економічне зростання найбільшою мірою вплинули зміни ефективності виробництва (або/і процес технологічного надолуження ними більш розвинених країн), тоді як для європейських держав найбільше значення мали зміни технології виробництва, що, у свою чергу, привели до підвищення продуктивності праці впродовж 1966–2000 рр. За допомогою ядерного оцінювання щільності (непараметричного методу оцінювання спільного розподілу випадкових величин) у статті проаналізовано динаміку перехресного розподілу продуктивності праці між 29 країнами, залученими до даного дослідження. Очевидним є існування й інших чинників, що можуть впливати на економічне зростання. Серед них можна назвати торгівлю відкритість, якість органів управління, рівень приросту населення, рівень заощаджень, показники виявлення корупції, показник дії принципу верховенства закону, показники, що описують стан суспільного капіталу та суспільної довіри, формальні та неформальні правила управління суспільством. Ці чинники можуть первинно відповідати за існування бімодального розподілу продуктивності праці в країнах, залучених до аналізу. Однак при проведенні даного дослідження економічного зростання ми виявили статистично обґрунтовану конвергенцію між країнами Європи, а також країнами Південно- та Східноазійського регіонів у показниках змін ефективності виробництва та нагромадження людського капіталу.

### **Ключові слова**

Аналіз кривої, що обгинає масив даних; обчислення економічного зростання; технічна ефективність; зміна технічної ефективності; зміна технології виробництва; нагромадження фізичного капіталу; нагромадження людського капіталу; ядерне згладжування; розподіл продуктивності праці між країнами та контрафактичний розподіл.

## I. Вступ

Використовуючи запропонований у працях Д. Куа (1993, 1996, 1997 рр.) та застосований О. Гелором у 1996 р. та С. Джоунсом у 1997 р. підхід, ми аналізуємо сукупний розподіл чотирьох чинників економічного зростання: технологічну зміну, технологічне надолуження, нагромадження фізичного капіталу, а також нагромадження людського капіталу<sup>1</sup>.

Ми проводимо аналіз впливу цих чотирьох компонент на розвиток продуктивності праці цих країн та на зміну розподілу продуктивності праці між ними в часі. Аналіз кривої, що обгинає масив даних, використовується з метою оцінки найкращої виробничої межі в залучених у дослідження розвинених країнах (країнах Європи), країнах, що розвиваються (південноазійських), та постіндустріальних (східноазійських) країнах. Виробнича межа країн побудована на основі детермінованих методів моделювання, які не вимагають ані визначення формалізації технології, ані припущень щодо ринкової структури та відсутності певних характеристик недосконалої ринку.

Технологічне надолуження вказує на рух наявної в країні виробничої кривої до виробничої межі, технологічна зміна – на рух самої виробничої межі, нагромадження фізичного капіталу свідчить про рух виробничої кривої вздовж виробничої межі, а нагромадження людського капіталу вказує на зміни ефективності праці.

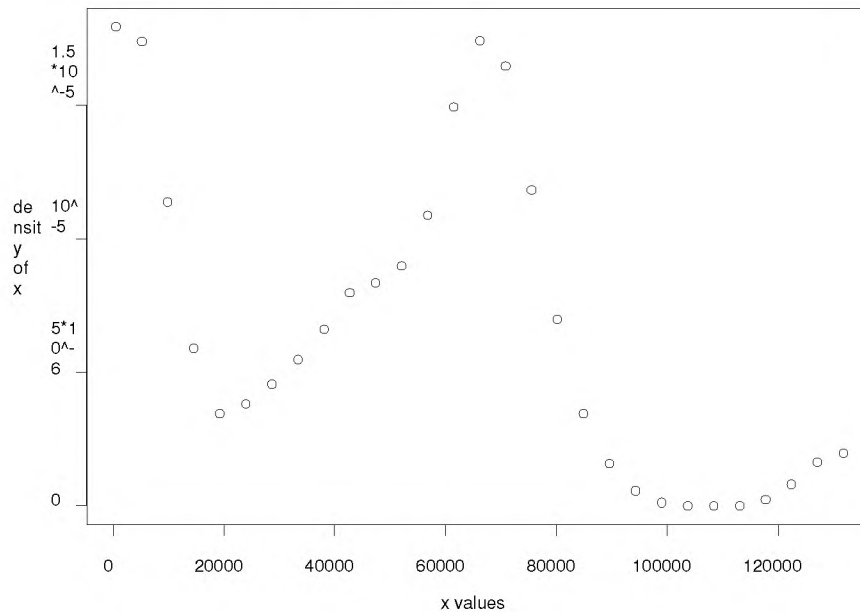
Д. Куа безапеляційно стверджував, що результати проведених аналізів, які ґрунтуються на методах стандартної регресії та зосереджені на первинних моментах розподілу, не можуть адекватно пояснювати питання конвергенції. Ці аргументи підкріплено результатами емпіричних аналізів, проведених Д. Куа та іншими науковцями, що демонструє переконливий факт стосовно пояснення конвергенції на основі моделі міжнародного економічного зростання. Графік розподілу обсягів виробництва на одного працівника у 29 країнах – 5 південноазійських, 8 східноазійських та 16 країнах Європи (ЄС-15 + Норвегія) – у 2000 р. і 1966 р. показано на рис. 1 та 2 (перелік країн подано у табл. 1 додатків у кінці статті, а дані та ядерний метод згладжування розподілу описано в методологічному розділі). За 34-річний період розподіл продуктивності праці було перетворено з тримодального розподілу 1966 р. на бімодальний розподіл у 2000 р. з більшим значенням середньої арифметичної (дані стосовно обсягів виробництва на одного працівника подано в табл. 3, стовпцях 2 та 3)<sup>2</sup>. На осі абсцис вказано значення  $x$ , на осі ординат – ядерну щільність для  $x$ .

<sup>1</sup> Цей підхід до обчислення економічного зростання не залежить від специфічних припущень щодо технології, ринкової структури, технологічних змін та інших аспектів процесу економічного зростання.

<sup>2</sup> Двовибірковий тест Колмогорова-Смирнова (непараметральний тест) використовується для перевірки того, чи два набори спостережень можуть достатнім чином виходити з того ж самого розподілу. Цей тест припускає, що вибірки є випадковими і

Рисунок 1.

**Бімодальний розподіл обсягу виробництва на одного працівника, 2000 р.**

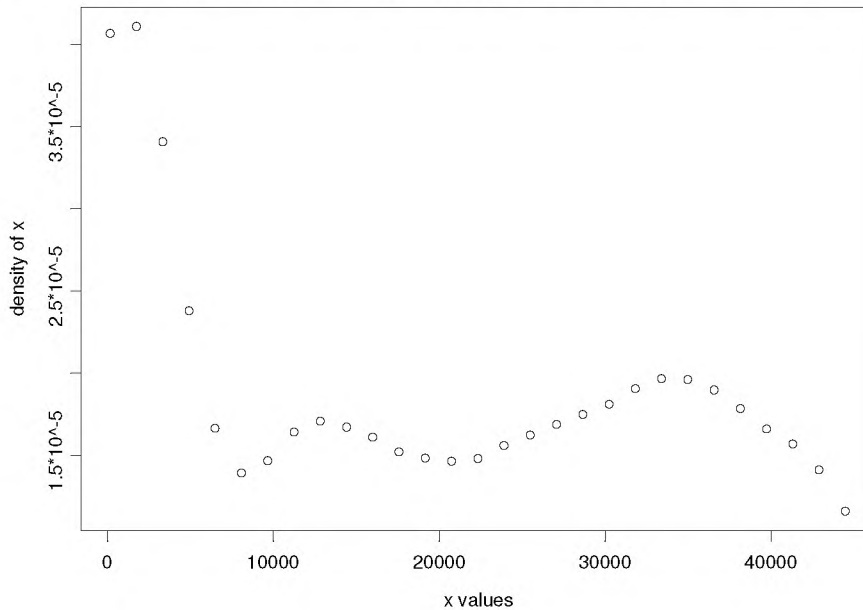


Така трансформація, у свою чергу, означає, що коли у 1966 р. взяті для аналізу країни входили до груп із низьким, середнім та високим рівнями доходу, то в 2000 р., світ розділився на дві категорії: багаті і бідні. Очевидним є той факт, що майже всі країни зі східноазійського регіону приєдналися до елітної «групи багатих країн».

взаємно незалежними, а дані вимірюються щонайменше за порядковою шкалою. Крім того, тест дає точні результати лише за умов, коли базисний розподіл є безперервним. Характеристика даних:  $x$  – обсяг виробництва на одного працівника в 1966 р.;  $y$  – обсяг виробництва на одного працівника в 2000 р.; тест Колмогорова-Смирнова ( $ks$ -тест) = 0,5172;  $p$ -значення = 0,0007; альтернативна гіпотеза: кумулятивна функція розподілу ( $cdf$ ) для  $x$  не дорівнює кумулятивній функції розподілу для  $y$  в щонайменше одному елементі вибірки. Результати проведеного тестування свідчать про те, що двовибіркові розподіли ймовірності виробництва на одного працівника у 1966 р. та 2000 р. є в дійсності статистично розбіжними між собою.

Рисунок 2.

Тримодальний розподіл продукції на одного працівника, 1966 р.



Д. Куа у своїх працях 1996 та 1997 рр. трактує цей феномен як наявність «двох клубів» або «двох вершин». Статистична конвергенція між біполярними групами є феноменом, який компенсує сумнівність аналізів, що базуються на першому моменті (або навіть на вищих моментах) даного розподілу. Метою нашого аналізу є пояснення біполяризації розподілу обсягу виробництва на одного працівника, а також моделей біполярного економічного зростання при його розкладанні на три або чотири частини, що описано нижче. Ці пояснення базуються на тверженні Д. Куа щодо необхідності вивчення «динаміки сукупного перехресного частинного розподілу» (Д. Куа, 1997, С. 29). У цьому дослідженні ми спробуємо визначити шляхи, які змогли б зменшити дивергенцію у рівнях доходу на душу населення, а також дивергенцію у рівнях економічного зростання регіонів і встановити причини існування бімодального розподілу доходу на душу населення між країнами. Концепція ефективності виробництва (коли обсяги виробництва можуть зростати без впровадження додаткової кількості факторів виробництва) поєднана з концепцією продуктивності праці. Використовуючи метод лінійного програмування «аналіз кривої, що обгинає масив даних», визначаємо також рівні ефективності виробництва залучених у дослідження країн.

Основними змінними величинами цього дослідження для включених до аналізу країн/регіонів є: ВВП у сталих на 1995 р. доларах США, фізичний капітал у сталих на 1995 р. доларах США, фактори праці (робоча сила), тривалості життя (ерзац-змінна для людського капіталу) та продуктивності праці (ВВП, поділений на робочу силу).

Стаття побудована наступним чином. У розділі II зроблено огляд літератури з питань проведення аналізу кривої, що обгинає масив даних, а також стосовно підходів до обчислення економічного зростання без потреби у встановленні функціональної форми для технології виробництва, без припущень щодо нейтральності технологічної зміни, структури ринку чи відсутності недосконалостей ринку тощо. Розділ III присвячено визначенню цілей даного дослідження. У розділі IV сформульовано гіпотези. Розділ V окреслює методологічні аспекти. У розділі VI описано змінні, використані в дослідженні та аналізі ефективності виробництва, і подано перелік джерел даних дослідження. Розділ VII містить результати стосовно рівнів ефективності виробництва, технологічних змін та економічного зростання включених до аналізу країн. У розділі VIII розглянуто контрафактичний розподіл імовірностей та протиставлено його розподілу продуктивності праці у 1966 р. У розділі IX подано висновки. Список використаних джерел і додатки вміщено в кінці статті.

## **II. Огляд літератури: аналіз кривої, що обгинає масив даних, та підходи до обчислення економічного зростання**

У дослідженні використано метод групового аналізу даних, що дає змогу визначити індекси ефективності виробництва для вибраних країн.

### **II. 1. Аналіз кривої, що обгинає масив даних**

Аналіз кривої, що обгинає масив даних, – це метод математичного програмування, який використовують для оцінки відносної технічної ефективності (ТЕ) виробничої діяльності. Термін «аналіз кривої, що обгинає масив даних» було запропоновано А. Чернзом в 1978 р. Дослідження А. Чернза стало розширенням методики М. Фаррелла (1957 р.) стосовно залучення багатьох факторів у виробництво. Крім того, внаслідок появи цієї праці методика обчислення технічної ефективності виробництва на основі однофак-

торних обсягів виробництва була вдосконалена шляхом застосування в аналізі багатofакторних обсягів виробництва. Методику залучення багатьох факторів виробництва почали використовувати також при описі технології виробництва. Метод аналізу кривої, що обгинає масив даних, забезпечує оцінку стану або технічної ефективності наявної технології відносно ідеальної, реалізованої найкращим чином на практиці, або, іншими словами, граничної технології (Т. Коеллі та ін., 1998 р.). Гранична або реалізована найкращим чином на практиці технологія виступає еталонною технологією або виробничою межею, яка пояснює найефективнішу з технічного боку комбінацію залучення факторів виробництва та обсягів виробництва у виробничий процес (тобто, коли обсяг виробництва є якомога більшим за умови заданих технології виробництва та рівнів залучення факторів виробництва у виробничий процес, або рівні залучення факторів виробництва у виробничий процес є якомога меншими за умови заданих обсягів виробництва). Гранична технологія побудована як непараметрична, шматкоподібна лінійна комбінація найкращим чином реалізованих виробничих процесів, що спостерігаються на практиці. Усі точки з даними, що відображають комбінації залучених факторів, обгинаються лінійними сегментами, а показники технічної ефективності обчислюються з огляду на граничну технологію.

## II.2. Підходи до обчислення економічного зростання

Результати оцінки сукупної факторної продуктивності відрізняються з огляду на різні припущення, зроблені стосовно виробничих функцій, а також з урахуванням проблеми обмеженої наявності даних щодо продуктивності капіталу, продуктивності праці та якісних характеристик працівників. Винятком стали праці С. Кумара і Р. Рассела (2002 р.), та Д. Гендерсона і Р. Рассела (2003 р.).

Для аналізу міжнародної макроекономічної конвергенції С. Кумар та Р. Рассел у праці 2002 р. використали методи оцінки на основі виробничої межі. Зокрема, вони розклали зростання продуктивності праці 57 індустріальних, новоіндустріальних країн та країн, що розвиваються, на компоненти, характерні для опису: (1) технологічної зміни (рух світової виробничої межі), (2) технологічного надолуження одними країнами інших (рух обсягів виробництва до або від виробничої межі) та (3) нагромадження фізичного капіталу (рух уздовж виробничої межі). Такі розрахунки відображають стандартне обчислення економічного зростання з характерною рисою – відсутністю потреби у визначенні функціональної форми для технології виробництва (припускаючи, що технологічна зміна є нейтральною), а також потреби у формулюванні припущень щодо структури ринку або відсутності недосконалості ринку. Справді, недосконалість ринку, як і технічна неефективність, є можливою причиною переміщення виробничої межі певних країн

нижче рівня загальної світової виробничої межі. Беручи до уваги критичні зауваження Д. Куа, висвітлені у вступі до цього дослідження, С. Кумар та Р. Рассел у праці 2002 р. продовжили аналіз розвитку сукупного розподілу трьох вищезазначених компонент (чинників) економічного зростання.

Незважаючи на те, що аналіз С. Кумара та Р. Рассела є доволі простим, він привів до істотних результатів:

1. Є серйозний доказ того, що у світі існує явище технологічного надолуження одними країнами інших (рух обсягів виробництва до виробничої межі) і при цьому береться до уваги ступінь технологічного надолуження, який прямо співвідноситься з початковою відстанню від виробничої межі. Однак практика показує, що технологічне надолуження, очевидно, не робило внесок у досягнення конвергенції, оскільки ступінь технологічного надолуження вбачається таким, що не співвідноситься з початковою факторною продуктивністю.
2. Технологічна зміна, безсумнівно, не може мати нейтральний характер, тобто не може не містити жодних удосконалень. У дійсності, внаслідок зміни технології виробництва, може відбуватись вибуховий розвиток економіки, якщо до технологічної зміни мають місце дуже низькі коефіцієнти відношення фізичного капіталу до праці, або помірний економічний розвиток при відносно низьких коефіцієнтах відношення фізичного капіталу до праці та швидкий економічний розвиток при високих коефіцієнтах відношення фізичного капіталу до праці.
3. Як поляризація в економічному зростанні, так і бімодальна поляризація спричиняється, переважно, різними рівнями насичення країн капіталом.

Д. Гендерсон та Р. Рассел у праці 2003 р. вводять змінну «людський капітал» до аналізу обчислення економічного зростання в контексті міжнародної макроекономічної конвергенції, що було представлено у дослідженні С. Кумара та Р. Рассела в 2002 . Вони внесли зміни в методику С. Кумара і Р. Рассела шляхом адаптації підходу Е. Діверта (1980 р.) стосовно динамічного аналізу виробничої межі і таким чином усунули вибуховий характер розвитку світової виробничої межі в часі, а також середні і середньо-фіксовані зміщення в розподілі факторної продуктивності. Важливими стали наступні результати:

- більше половини зростання середньої продуктивності, що пояснювалось С. Кумаром та Р. Расселом як результат нагромадження фізичного капіталу, було в дійсності результатом нагромадження людського капіталу;
- на відміну від висновку С. Кумара та Р. Рассела, що нагромадження капіталу також відповідає за зміну розподілу продуктивності (переважно, від одномодального до бімодального), аналіз



Д. Гендерсона та Р. Рассела показав, що зміна ефективності виробництва відповідає за якісні зміни розподілу продуктивності від одномодального до бімодального, тоді як нагромадження фізичного та людського капіталів пояснює зростання дисперсії продуктивності у світовому господарстві;

- свідчення науково-технічного прогресу характерне лише для розвинених індустріальних країн.

У цьому дослідженні ми проводимо обчислення економічного зростання без необхідності визначення функціональної форми для технології виробництва, а також з припущенням, що технологічна зміна є нейтральною, та припущенням щодо відсутності потреби у специфікації ринкової структури та розгляді певних характеристик недосконалості ринку. Як вибірку взято 29 країн, зокрема країни, що розвиваються, нові індустріальні країни та розвинені індустріальні країни. Метою цього дослідження є проведення для вищезазначених країн емпіричної перевірки дійсності тверджень С. Кумара та Р. Рассела (2002 р.), а також Д. Гендерсона та Р. Рассела (2003 р.).

### III. Завдання дослідження:

- обчислити індекс технічної ефективності для кожної з 29 країн вибірки та встановити вплив деяких його детермінант на рівні ефективності, що були вираховані для років з п'ятирічним інтервалом між ними, починаючи з 1966 р. і закінчуючи 2000 р.;
- при обчисленні економічного зростання в країнах здійснити процедуру, яка б дала змогу розкласти змінну «зростання продуктивності праці» на компоненти, що характеризували б технологічні зміни (рух загальної виробничої межі), технологічне надолуження більш розвинених країн або зміни ефективності виробництва (рух наявних обсягів виробництва країни до або від межі виробничих можливостей), нагромадження фізичного капіталу (рух виробничої кривої вздовж виробничої межі) та людський капітал;
- визначити причини існування бімодального розподілу продуктивності праці, що домінує між країнами, та, зокрема, проаналізувати розвиток розподілу продуктивності між 29 країнами Південної і Східної Азії та ЄС, включеними до нашого аналізу.

#### **IV. Гіпотеза**

1. Порівняно з розвиненими індустріальними країнами, що внесені в це дослідження, південноазійські та східноазійські країни характеризуються нині вищою ефективністю виробництва.

2. Емпірично можна перевірити, чи технологічна зміна, технологічне надолуження, нагромадження фізичного капіталу та нагромадження людського капіталу, головним чином, пояснюють відмінність у зростанні продуктивності праці між країнами і регіонами, а також відповідають за існування бімодального розподілу продуктивності праці між країнами, включеними в нашу вибірку.

#### **V. Методологія**

На основі аналізу кривої<sup>3</sup>, що обгинає масив даних, ми обчислили для кожної країни рівень ефективності виробництва для років з п'ятирічним інтервалом між ними, починаючи з 1966 р. і закінчуючи 2000 р.

На наступному етапі нашого дослідження ми розклали продуктивність праці на такі складові: зміну ефективності виробництва, зміну технології виробництва, нагромадження фізичного капіталу та нагромадження людського капіталу. Зміна технології виробництва відображає зміни світової виробничої межі, яка концептуально визначена сучасною та потенційно переміщеною на міжнародному рівні технологією. Зміна ефективності виробництва відображає рух наявних обсягів виробництва країн до або від виробничої межі в процесі впровадження ними еталонної технології, а також при зменшенні (посиленні) неефективності технології виробництва та алокації факторів виробництва і ресурсів. Нагромадження фізичного капіталу відображає рух наявних обсягів виробництва країн уздовж виробничої межі. Світова виробнича межа в кожній точці в часі побудована на основі використання детерміністичних непараметричних методів математичного програмування (по суті, йдеться про знаходження найменшого опуклого конусу шляхом обгинання певного масиву даних), а ефективність виробництва вимірюється як відстань наявних обсягів виробництва від виробничої межі. Методи, що базуються на управлінні даними, не потребують ані характеристики будь-якої особливої функціональної форми для технології виробництва, ані припущень щодо структури ринку чи відсутності недосконаlostі рин-

---

<sup>3</sup> Обчислення ефективності виробництва проведено на основі програмного забезпечення Onfront software (demo version), яке можна знайти на сайті [www.emq.se](http://www.emq.se) (Economic Measurement and Quality I Lund AB (Box 2134, S-220 Lund, Sweden)).

ку. Недосконалість ринку, так само як і неефективність технології виробництва, є можливими причинами перебування (падіння) обсягів виробництва країн нижче світової межі виробництва. Як ерзац-змінну для змінної «нагромадження людського капіталу» ми використовуємо зміни тривалості людського життя. Введення ерзац-змінної для людського капіталу дає можливість розкласти зростання продуктивності праці на чотири частини.

### V.1. Непараметрична побудова вимірювання технології виробництва та ефективності виробництва

Наш підхід до побудови світової виробничої межі та пов'язаних із нею рівнів ефективності виробництва окремих економік (відстань обсягів виробництва від виробничої межі) частково вмотивований ранніми спробами, зробленими в цьому напрямку науковцями Р. Фее, Ш. Гросскопфом, М. Норрісом та З. Жангом (1994 р.), А. Чернзом та ін. (1978 р.), а згодом С. Кумаром та Р. Расселом (2002 р.), Д. Гендерсоном та Р. Расселом (2003 р.), які, у свою чергу, базувались на піонерних працях М. Фаррелла (1957 р.) та С. Ефріата (1972 р.). Наше дослідження базується, головним чином, на положеннях праці С. Кумара та Р. Рассела (2002 р.). Головна ідея полягає в обгинанні масиву даних щодо комбінацій обсягів виробництва країн у «найменший» або «найщільніший» випуклий конус, і при цьому обгинальна верхня межа цього масиву даних являє собою еталонну виробничу межу. Хоча цей підхід до управління даними, що здійснюється шляхом застосування алгоритмів стандартного математичного програмування, не потребує характеристики функціональної форми для технології виробництва, проте він вимагає припущення щодо ефекту скалярних доходів від технології, а також щодо вільного розпорядження виробленою продукцією та факторами і ресурсами, залученими у виробничий процес. Наша технологія включає чотири макроекономічні змінні: сукупне виробництво та три сукупні фактори виробництва – праця, фізичний капітал і людський капітал (ерзац-змінна «тривалість життя», в роках). Нехай  $(Y_t^j, L_t^j, K_t^j, H_t^j)$   $t = 1, \dots, T, j = -1, 1 \dots J$  показує  $T$  спостережень для цих чотирьох змінних для кожної з  $J$  країн. Використовуючи, в принципі, усі дані на період  $t$ , ми формалізуємо технологію для періоду  $t$  з незмінними скалярними доходами:

$$\tau_t = \left\{ (Y, L, K, H) \in R_+^4 \mid Y \leq \sum_{\tau \leq t} \sum_j z_\tau^j Y_\tau^j, \right. \\ \left. L \geq \sum_{\tau \leq j} \sum_j z_\tau^j L_\tau^j, K \geq \sum_{\tau \leq j} \sum_j z_\tau^j K_\tau^j, H \geq \sum_j z^j H, z^j \geq 0 \forall j \right\} \quad (1)$$

Ця технологія є конусом Фаррелла. Інші припущення щодо ефекту скалярних доходів включають додаткове обмеження на рівні діяльності  $t = 1, \dots, T, j = 1, \dots, J$  (див.: Р. Фее, Ш. Гросскопф та Ловелль (1994 р.))

У вищенаведеній нерівності кожне спостереження інтерпретується як одиниця дії лінійного процесу.  $z_j$  показує ступінь дії цього процесу, а кожна точка певного набору даних, яка описує технологію, є лінійною комбінацією векторів «витрати/випуск», що спостерігаються, або точкою, яка підпорядкована лінійній комбінації точок, що спостерігаються. Побудована технологія є полігранним конусом, а ізокванти мають шматкоподібний лінійний характер.

Індекс ефективності виробництва Фаррелла, що базується на випуску продукції, для країни  $j$  за час  $t$  визначає функція:

$$E(Y_t^j, L_t^j, K_t^j, H) = \min\{\lambda \mid (Y_t^j \mid \lambda, L_t^j, K_t^j, H) \in \tau_t\} \quad (2)$$

Цей індекс є інверсією максимально пропорційної величини, коли випуск продукції  $Y_j$  може бути об'єктивно збільшений при незмінній технології виробництва  $\tau_t$  та незмінних кількостях залучення факторів  $L_t^j, K_t^j$  та  $H$ . Значення цього індексу є меншим або дорівнює 1, при цьому індекс лише тоді набуває значення 1, якщо  $jt$  спостереження є точкою, що лежить на виробничій межі періоду  $t$ . У нашому випадку скалярного виробництва індекс ефективності виробництва, що базується на випуску продукції, є просто коефіцієнтом наявного обсягу виробництва до потенційного, що оцінюється за фактичними кількостями залучення факторів виробництва. У випадку побудови технологій, що базуються на множинних випусках продукції, індекс ефективності виробництва є радіальною мірою (пропорційною) відстані вектору наявного випуску продукції від виробничої межі.

У нашому простому випадку ми оперуємо лише трьома макроекономічними змінними: сукупним випуском продукції і двома сукупними факторами виробництва – праця та капітал. Нехай  $(Y_t^j, L_t^j, K_t^j)$ ,  $t = 1, \dots, T, j = 1, \dots, J$  показує  $T$  спостережень для цих трьох змінних для кожної з  $J$  країн.

Індекс ефективності виробництва Фаррелла можна обчислити, застосовуючи таку лінійну програму для кожного дослідження зокрема:

$\min_{\lambda, z^1, \dots, z^J} \lambda$ , припускаючи, що:

$$Y^j / \lambda \leq \sum_k z^k Y_t^k,$$

$$L^j \leq \sum_k z^k L_t^k,$$

$$K^j \leq \sum_k z^k K_t^k,$$

$$z^k \geq 0 \forall k.$$

Величина  $\lambda$  для вирішення цієї проблеми показує значення індексу ефективності виробництва для країни  $j$  в період  $t$ .

## V.2. Розкладання факторів виробництва, що впливають на продуктивність праці, на три частини

Розкладемо коефіцієнт продуктивності праці поточного року до продуктивності праці базового року на три компоненти: зміну ефективності виробництва (надолуження виробничої межі), зміну технології виробництва (рух виробничої межі) та нагромадження фізичного капіталу (рух уздовж виробничої межі). Похідну подано в працях С. Кумара та Р. Рассела (2002 р.).

$$\begin{aligned} \frac{y_c}{y_b} &= \frac{e_c}{e_b} \left( \frac{\bar{y}_c(k_c)}{\bar{y}_b(k_c)} \times \frac{\bar{y}_c(k_b)}{\bar{y}_b(k_b)} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left( \frac{\bar{y}_b(k_c)}{\bar{y}_b(k_b)} \times \frac{\bar{y}_c(k_c)}{\bar{y}_c(k_b)} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= : EFF \times TECH \times KACCUM. \end{aligned}$$

## V. 3. Розкладання факторів виробництва, що впливають на продуктивність праці, на чотири частини

### Концептуальне розкладання

Наступним кроком цього дослідження є розкладання коефіцієнту відношення продуктивності праці поточного року до продуктивності праці базового періоду на чотири компоненти: зміну ефективності виробництва (надолуження виробничої межі), зміну технології виробництва (рух виробничої межі), нагромадження фізичного капіталу (рух уздовж виробничої межі) та нагромадження людського капіталу. Похідну подано в праці Д. Гендерсона та Р. Рассела (2003 р.).

$$\begin{aligned} \frac{y_c}{y_b} &= \frac{e_c}{e_b} \left( \frac{\bar{y}_c(k_c)}{\bar{y}_b(k_c)} \times \frac{\bar{y}_c(k_b)}{\bar{y}_b(k_b)} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left( \frac{\bar{y}_b(k_c)}{\bar{y}_b(k_b)} \times \frac{\bar{y}_c(k_c)}{\bar{y}_c(k_b)} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{H_c}{H_b} \\ &= : EFF \times TECH \times KACC \times HACC. \end{aligned}$$

#### **V. 4. Ядерне оцінювання щільності**

Використаємо функції на основі ядерної щільності для оцінювання розподілу продуктивності праці між країнами за різні роки. Оцінки щільності обчислено за допомогою оцінювальної функції ядерної щільності Розенблатта-Парзена. Ми використовуємо оптимальну ширину вікна:

$$h = 1,0592 * \sigma * N^{(-.20)},$$

де  $\sigma$  – це стандартне відхилення даних,  $N$  – кількість спостережень. Для оцінки ядерних згладжувальних параметрів було використано статистичне програмне забезпечення Splus software.

#### **Характеристика даних та змінних**

Для обчислення технічної ефективності та економічного зростання (розкладання продуктивності праці на чотири компоненти) проаналізовано 29 країн (5 південноазійських, 8 східноазійських, 15 країн-членів ЄС та Норвегія) впродовж 1966–2000 рр. з використанням електронної бази даних World Development indicators за різні роки. Залучені до аналізу країни представлено в табл. 1 додатків. При аналізі кривої, що обгинає масив даних, як сукупного випуску продукції розглядається ВВП, обчислений у сталих на 1995 р. доларах США. Сукупними витратами (залученими у виробництво факторами), використаними при аналізі кривої, що обгинає масив даних, є нагромаджений фізичний капітал, робоча сила та тривалість життя (як ерзац-змінна для людського капіталу). Нагромаджений фізичний капітал для кожної країни було обчислено на основі показника «валове нагромадження капіталу» в поточних доларах США. Метод вимірювання описано в праці Дж. Чоу (1993 р.). Для оцінки нагромадженого фізичного капіталу в сталих на 1995 р. доларах США було використано необхідний дефлятор.

**VII. Обговорення результатів:  
рівні технічної ефективності та зміни  
технічної ефективності, технологічні зміни,  
нагромадження фізичного капіталу,  
нагромадження людського капіталу  
та вплив перелічених факторів  
на зміни продуктивності праці (1966–2000 рр.)**

**VII.1. Емпіричні результати:  
технологічне надолуження  
(рівні технічної ефективності та зміни  
технічної ефективності)**

У табл. 1 і 2 подано рівні технічної ефективності кожної з 29 країн у 1966, 1971, 1976, 1981, 1986, 1991, 1996 та 2000 рр. Індeksi технічної ефективності обчислено на основі даних стосовно видатків/випуску продукції для 29 країн, включених у дослідження (за інформацією про дані щодо витрат та випуску продукції звертатися до автора). З метою порівняльного аналізу ми обчислили індeksi з включенням ерзац-змінної «тривалість життя» та без неї і позначили ці індeksi в таблицях, відповідно, через LE (life expectancy) та WLE (without life expectancy). Нагадаємо, що людський капітал виражено ерзац-змінною «тривалість життя».

Індекс технічної ефективності для Люксембургу має значення 1 упродовж усіх років при включенні в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя» для людського капіталу та без неї. Індекс технічної ефективності для Нідерландів теж дорівнював одиниці в 1966, 1971, 1976 та 1981 рр. Індекс технічної ефективності для Японії, Великобританії, Бельгії, Ірландії, Індонезії, Іспанії та Німеччині становить одиницю принаймні в один з узятих для аналізу років із п'ятирічним інтервалом між ними упродовж 1966–2000 рр. Рівні середньої технічної ефективності (без включення в оцінювання тривалості життя) у країнах Південноазійського регіону в 2000 р. були вищими, ніж у європейських країнах та Східноазійському регіоні. Японія, а за нею Гонгконг показали найвищі рівні середньої технічної ефективності серед країн Східноазійського регіону впродовж 1966–2000 рр. Бангладеш та Індія також показали індекс технічної ефективності зі значенням 1 принаймні в один з узятих для аналізу років із п'ятирічним інтервалом між ними впродовж 1966–2000 рр. Характерним є те, що виробничі комбінації цих країн лежать на виробничій межі. Інтерпретуючи цей факт, можна зробити висновок, що Бангладеш та Індія мають низький дохід на душу населення.

Таблиця 1.

Індекси технічної ефективності (1966–2000 рр.)

Країна	WLE	LE	WLE	LE	WLE	LE	WLE	LE
	1966		1971		1976		1981	
Бангладеш	0,29	0,29	0,37	0,37	0,71	0,75	1	1
Індія	0,11	0,56	0,19	0,53	0,46	0,58	0,67	0,86
Непал	0,53	0,53	0,56	0,56	1	1	0,97	0,97
Пакистан	0,12	0,12	0,22	0,22	0,5	0,5	0,84	0,84
Шрі Ланка	0,1	0,1	0,21	0,21	0,51	0,51	0,59	0,59
Бельгія	0,77	0,82	0,8	0,89	0,88	0,95	0,9	0,91
Австрія	0,67	0,72	0,74	0,81	0,8	0,87	0,84	0,87
Данія	0,98	1	0,92	1	0,91	0,98	0,86	0,86
Фінляндія	0,59	0,62	0,6	0,65	0,65	0,71	0,71	0,75
Франція	0,72	0,84	0,75	0,94	0,79	0,9	0,83	0,86
Німеччина	0,91	1	0,75	0,96	0,79	0,9	0,83	0,83
Греція	0,33	0,36	0,4	0,43	0,45	0,49	0,59	0,59
Ірландія	0,41	0,42	0,43	0,44	0,48	0,48	0,83	0,83
Італія	0,48	0,77	0,52	0,81	0,57	0,79	0,7	0,86
Люксембург	1	1	1	1	1	1	1	1
Нідерланди	1	1	1	1	1	1	1	1
Португалія	0,22	0,24	0,26	0,29	0,26	0,28	0,35	0,35
Іспанія	0,46	1	0,48	1	0,72	1	0,93	0,95
Швеція	0,82	0,86	0,77	0,86	0,78	0,85	0,76	0,78
Великобританія	0,55	1	0,51	0,96	0,52	0,89	0,96	1
Норвегія	0,77	0,79	0,73	0,79	0,8	0,87	0,85	0,85
Малайзія	0,16	0,16	0,22	0,22	0,65	0,65	0,96	0,96
Китай	0,12	0,54	0,17	0,37	0,34	0,42	0,35	0,47
Індонезія	0,08	0,22	0,17	0,23	0,78	0,8	1	1
Японія	0,62	0,98	0,78	1	0,88	1	1	1
Філіпіни	0,08	0,18	0,11	0,16	0,38	0,38	0,69	0,69
Сінгапур	0,25	0,25	0,34	0,34	0,42	0,42	0,7	0,7
Таїланд	0,13	0,15	0,17	0,17	0,53	0,53	0,78	0,78
Гонгконг	0,3	0,3	0,31	0,31	0,75	0,75	1	1
У середньому	0,46	0,58	0,50	0,60	0,67	0,73	0,81	0,83
Країни Південноазійського регіону (5) в середньому	0,23	0,32	0,31	0,67	0,64	0,67	0,81	0,85
Країни ЄС-15 + Норвегія (16) в середньому	0,66	0,78	0,67	0,81	0,71	0,81	0,81	0,83
Країни Східноазійського регіону (8) в середньому	0,21	0,35	0,28	0,62	0,59	0,62	0,81	0,83

**Примітка:** Технічна ефективність обчислена із застосуванням програмного забезпечення Onfront Software. Вищі значення індекса означають високу технічну ефективність, тоді як індекси зі значенням 1 свідчать про те, що виробнича крива країни рухається вздовж еталонної виробничої межі. Індекси ефективності обчислюються з використанням даних щодо витрат/випуску. Витрати – це робоча сила, нагромаджений фізичний капітал (у сталих на 1995 р. доларах США) та середня тривалість життя (в роках); випуск – це ВВП (в сталих на 1995 р. доларах США); LE – індекс технічної ефективності з включенням в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя»; WLE – індекс технічної ефективності без включення в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя».



Таблиця 2.

## Індекси технічної ефективності (1966–2000 рр.): продовження

Країна	WLE	LE	WLE	LE	WLE	LE	WLE	LE	Середня ефективність WLE 1966-2000 рр.	Середня ефективність LE 1966-2000 рр.
	1986		1991		1996		2000			
Бангладеш	1	1	1	1	0,96	0,96	0,91	0,91	0,78	0,78
Індія	0,74	0,89	0,54	0,58	0,62	0,76	0,66	0,76	0,49	0,69
Непал	0,92	0,92	0,8	0,8	0,69	0,69	0,73	0,73	0,77	0,77
Пакистан	0,84	0,86	0,77	0,79	0,8	0,85	0,73	0,74	0,60	0,61
Шрі Ланка	0,68	0,68	0,63	0,63	0,69	0,69	0,69	0,69	0,51	0,51
Бельгія	0,81	0,86	0,73	0,96	0,75	1	0,68	0,93	0,79	0,91
Австрія	0,77	0,86	0,75	0,96	0,74	0,97	0,63	0,87	0,74	0,86
Данія	0,81	0,87	0,73	0,92	0,79	0,99	0,71	0,91	0,83	0,94
Фінляндія	0,69	0,77	0,64	0,8	0,59	0,77	0,61	0,8	0,63	0,73
Франція	0,76	0,82	0,68	0,92	0,7	0,98	0,63	0,9	0,73	0,89
Німеччина	0,76	0,81	0,7	0,94	0,7	1	0,59	0,86	0,75	0,91
Греція	0,53	0,56	0,64	0,68	0,68	0,78	0,57	0,63	0,52	0,56
Ірландія	0,89	0,93	0,91	0,95	1	1	1	1	0,74	0,75
Італія	0,81	0,93	0,86	1	0,71	0,93	0,61	0,83	0,65	0,86
Люксембург	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Нідерланди	0,95	1	0,83	1	0,81	1	0,72	0,97	0,91	0,99
Португалія	0,4	0,43	0,58	0,6	0,61	0,7	0,51	0,56	0,39	0,43
Іспанія	0,9	0,98	0,97	1	0,75	0,92	0,61	0,78	0,72	0,95
Швеція	0,69	0,74	0,7	0,86	0,65	0,82	0,62	0,81	0,72	0,82
Великобританія	0,87	0,99	0,9	1	0,8	1	0,86	1	0,74	0,98
Норвегія	0,82	0,87	0,67	0,77	0,65	0,89	0,67	0,89	0,74	0,84
Малайзія	0,67	0,7	0,65	0,66	0,7	0,78	0,55	0,59	0,57	0,59
Китай	0,47	0,59	0,4	0,46	0,58	0,73	0,61	0,77	0,38	0,54
Індонезія	0,67	0,73	0,6	0,63	0,7	0,84	0,47	0,53	0,55	0,62
Японія	0,93	1	0,89	1	0,78	1	0,68	1	0,82	0,99
Філіппіни	0,5	0,53	0,53	0,54	0,72	0,79	0,61	0,64	0,45	0,48
Сингапур	0,52	0,54	0,65	0,73	0,77	0,87	0,68	0,79	0,54	0,58
Таїланд	0,7	0,74	0,73	0,74	0,68	0,81	0,44	0,49	0,52	0,55
Гонконг	0,89	0,93	0,9	0,95	0,84	0,96	0,7	0,81	0,71	0,75
У середньому	0,75	0,81	0,74	0,82	0,74	0,88	0,67	0,80	0,6651	0,7544
Країни Південноазійського регіону (5) в середньому	0,84	0,87	0,75	0,76	0,75	0,79	0,74	0,77		

Країна	WLE	LE	WLE	LE	WLE	LE	WLE	LE	Середня ефективність WLE 1966-2000 pp.	Середня ефективність LE 1966-2000 pp.
	1986		1991		1996		2000			
Країни ЄС-15 + Норвегія (16) в середньому	0,78	0,84	0,77	0,90	0,75	0,92	0,69	0,86		
Країни Східноазійського регіону (8) в середньому	0,67	0,72	0,67	0,71	0,72	0,85	0,59	0,70		

**Примітка:** Технічну ефективність обчислено із застосуванням програмного забезпечення Onfront Software. Вищі значення індекса означають високу технічну ефективність, тоді як індекси зі значенням 1 свідчать про те, що виробнича крива країни рухається вздовж еталонної виробничої межі. Індекси ефективності обчислюються з використанням даних щодо витрат/випуску. Витрати – це робоча сила, нагромаджений фізичний капітал (у сталих на 1995 р. доларах США) та середня тривалість життя (в роках); випуск – це ВВП (в сталих на 1995 р. доларах США); LE – індекс технічної ефективності з включенням в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя»; WLE – індекс технічної ефективності без включення в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя».

Це пояснюється їхньою відносно низькою капіталізацією виробництва, а не тим, що вони неефективно використовують при залученні у виробництво відносно недостатні кількості капіталу. Іншою (більш імовірною) інтерпретацією цього факту є те, що аналізу кривої, яка обгинає масив даних, що є методом побудови еталонної виробничої межі (нижнього кордону на виробничій межі) за припущення сталих скалярних доходів, недостатньо для ідентифікації справжньої, але апіорі невідомої виробничої межі, особливо при низьких коефіцієнтах відношення фізичного капіталу до праці<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Потрібно відзначити, що дані методи математичного програмування не враховують похибку вимірювання, вибірккову похибку та інші стохастичні феномени. В останніх дослідженнях, проведених Л. Сімаром (1996 р.), А. Кнайпом та ін. (1998 р.), І. Джіібелз (1999 р.), Л. Сімаром та П. Уільсоном (2000 р.) досягнуто значного прогресу при побудові довірчих інтервалів навколо індекса технічної ефективності при застосуванні методу параметричної компенсації похибок (bootstrapping method). У нашому дослідженні ми торкаємось здебільшого проблеми статистичної значущості змін у розподілі індексів технічної ефективності, а також змін продуктивності праці, яка розкладається на три, а потім на чотири компоненти.

Рисунки 3 та 4.

**Графіки лінійної відповідності між зміною технічної ефективності та індексом технічної ефективності 1966 р.**

Рисунок 3.

На осі абсцис відображено рівень технічної ефективності в 1966 р., на осі ординат – зміну технічної ефективності (без включення в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя»).

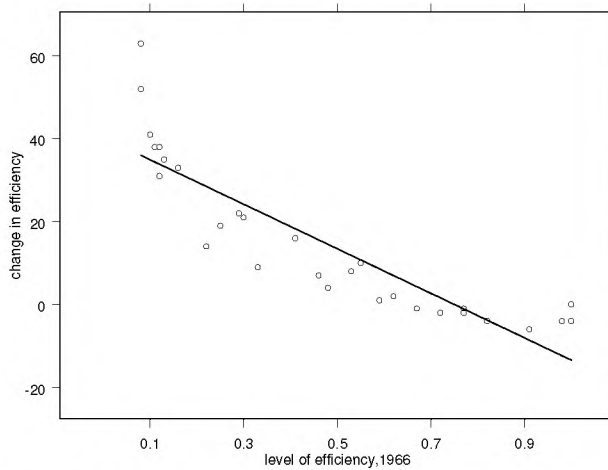
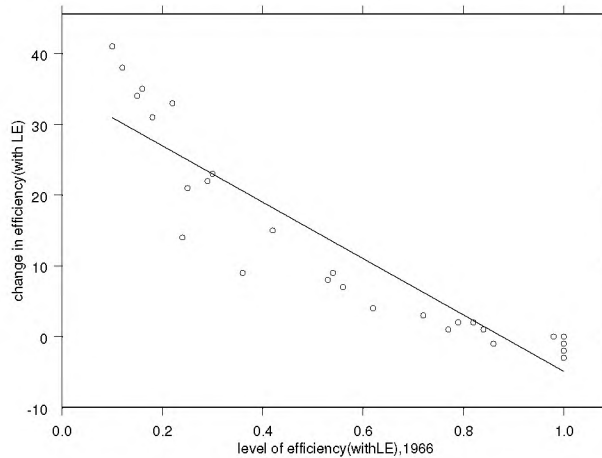


Рисунок 4.

На осі абсцис відображено рівень технічної ефективності в 1966 р., на осі ординат – зміну технічної ефективності (із включенням в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя»).



Індекси середньої технічної ефективності із включенням в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя» як залученого у виробництво фактора впродовж усіх узятих для аналізу років виявились вищими, ніж індекси технічної ефективності, в які не було включено цю ерзац-змінну. Ці результати свідчать про те, що виявлена неефективність технології виробництва у простішій моделі, насправді, може характеризуватись відносно недостатньою кількістю людського капіталу.

У результаті проведення регресії на основі методу звичайних найменших квадратів (OLS) для встановлення зв'язку між зміною технічної ефективності та рівнем технічної ефективності у 1966 р. без включення в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя» (залежність між даними стовпця 5 табл. 3 та даними стовпця 2 табл. 1) коефіцієнт регресії становить – 53,760, критерій Стьюдента (t-статистика) має значення –9,74. Результати регресії на основі методу звичайних найменших квадратів для встановлення зв'язку між зміною технічної ефективності та рівнем технічної ефективності у 1966 р. з включенням в оцінювання ерзац-змінної «тривалість життя» (залежність між даними стовпця 5 табл. 4 та даними стовпця 3 табл. 1) показують, що коефіцієнт регресії становить –39,807, а критерій Стьюдента (t-статистика) має значення –12,641. Це свідчить про те, що країни з меншою технічною ефективністю у 1966 р. згодом отримували вигоду завдяки вдосконаленню технології виробництва, порівняно з країнами з вищою технічною ефективністю. Рис. 3 та 4 підтверджують від'ємний зв'язок між ними. Дані результати вказують на те, що існує тенденція трансферу технології з метою зменшення розриву між багатими та бідними країнами, включеними в наше дослідження.

## **VII.2. Емпіричні результати розкладання на три і чотири частини факторів, що впливають на продуктивність праці**

Ми провели вищеописані обчислення технічної ефективності для 1966, 1971, 1976, 1981, 1986, 1991, 1996 та 2000 рр. як із включенням, так і без включення до аналізу ерзац-змінної для людського капіталу «тривалість життя» як залученого фактора виробництва разом із такими факторами виробництва, як фізичний капітал та робоча сила. Концептуальне розкладання продуктивності праці на компоненти розглянуто у розділі V – «Методологія». Таблиці з даними для обчислення змін середньої технічної ефективності, а також даними щодо нагромадження фізичного та людського капіталу впродовж 1966–2000 рр. є в автора. З результатами розкладання продуктивності праці на три частини можна ознайомитись у табл. 3, а з результатами розкладання продуктивності праці на чотири частини – в табл. 4.

Таблиця 3.

**Відсоткова зміна індексів, що відображають розкладання зміни продуктивності праці на три компоненти**

Країна/ регіон	Випуск продукції на одного працівника, 1966 р.	Випуск продукції на одного працівника, 2000 р.	Зміна продуктивності праці (1966–2000 рр.)	Залежність зміни продуктивності праці від зміни ефективності виробництва (EFF-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від зміни технології виробництва (TECH-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від нагромадження фізичного капіталу (на сичення країни капіталом) (KACC-1) *100
Бангладеш	468	706	50,65	22	6	-13
Індія	428	1036	141,84	38	14	-18
Непал	285	521	82,6	8	9	-2
Пакистан	657	1376	109,23	38	11	-18
Шрі-Ланка	864	2055	137,86	41	13	-20
Бельгія	34083	74499	118,58	-1	12	2
Австрія	29628	70335	137,39	-1	13	1
Данія	43,752	69,814	59,57	-4	7	5
Фінляндія	26063	63509	143,67	1	14	0
Франція	32043	66330	107	-2	11	2
Німеччина	40514	65671	62,09	-6	7	7
Греція	14479	30449	110,29	9	12	-6
Ірландія	16835	66177	293,1	16	22	-11
Італія	21508	46789	117,54	4	12	-2
Люксембург	44493	131722	196,05	0	17	0
Нідерланди	38955	67133	72,34	-4	8	5
Португалія	9721	25425	161,53	14	16	-10
Іспанія	18238	39339	115,69	7	12	-2
Швеція	36477	57916	58,77	-4	7	4
Великобританія	23580	44412	88,53	10	10	-4
Норвегія	34465	72988	111,77	-2	11	2
Малайзія	3541	11602	227,59	33	19	-8
Китай	185	1375	641,68	31	34	-18
Індонезія	647	2095	223,83	63	19	-8
Японія	27609	83224	201,44	2	18	0
Філіпіни	2152	2731	26,91	52	4	-17
Сингапур	10194	57290	461,96	19	29	-10
Таїланд	1232	4656	277,69	35	22	-8
Гонгконг	11891	46671	292,49	21	22	-7
<b>Загальна середня</b>	<b>18103</b>	<b>41649,86</b>	<b>166,53</b>	<b>15,17</b>	<b>14,17</b>	<b>-5,31</b>

Країна/ регіон	Випуск продукції на одного працівника, 1966 р.	Випуск продукції на одного працівника, 2000 р.	Зміна продуктивності праці (1966–2000 рр.)	Залежність зміни продуктивності праці від зміни ефективності виробництва (EFF-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від зміни технології виробництва (TECH-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від нагромадження фізичного капіталу (насичення країни капіталом) (KACC-1) *100
Країни Південноазійського регіону в середньому	540,40	1138,8	104,44	29,40	10,60	–14,2
Країни ЄС-15 + Норвегія в середньому	29052	62031	122,11	2,31	11,94	–44
Країни Східноазійського регіону в середньому	7181	26205	294,20	32	20,88	–9,5

У табл. 3 подано відсоткову зміну продуктивності праці впродовж 1966–2000 рр. та відсоткову зміну кожної з трьох її компонент:

- 1) зміна ефективності виробництва;
- 2) технологічна зміна;
- 3) насичення капіталом

– для кожної з 29 країн вибірки. Крім цього, обчислено середню відсоткову зміну цих показників для регіонів, до яких належать вибрані для аналізу країни, а також загальні середні відсоткові зміни цих показників для всієї вибірки.

Таблиця 4.

**Відсоткова зміна індексів, що відображають розкладання зміни продуктивності праці на чотири компоненти**

Країна/ регіон	Випуск продукції на одного працівника, 1966 р.	Випуск продукції на одного працівника, 2000 р.	Зміна продуктивності праці (1966–2000 рр.)	Залежність зміни продуктивності праці від зміни ефективності виробництва (EFF-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від зміни технології виробництва (TECH-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від нагромадження фізичного капіталу (насищення країни фізичним капіталом) (KACC-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від нагромадження людського капіталу (HACC-1) *100
Бангладеш	468	706	50,65	22	-1	-13	7
Індія	428	1036	141,84	7	7	-1	6
Непал	285	521	82,6	8	2	-2	7
Пакистан	657	1376	109,23	38	5	-18	6
Шрі-Ланка	864	2055	137,86	41	10	-20	3
Бельгія	34083	74499	118,58	2	10	-2	2
Австрія	29628	70335	137,39	3	11	-2	2
Данія	43752	69814	59,57	-1	6	2	1
Фінляндія	26063	63509	143,67	4	12	-4	2
Франція	32043	66330	107	1	9	-1	2
Німеччина	40514	65671	62,09	-2	5	3	2
Греція	14479	30449	110,29	9	10	-7	2
Ірландія	16835	66177	293,1	15	20	-10	2
Італія	21508	46789	117,54	1	10	-1	2
Люксембург	44493	13172	196,05	0	15	0	2
Нідерланди	38955	67133	72,34	-3	7	3	1
Португалія	9721	25425	161,53	14	13	-10	2
Іспанія	18238	39339	115,69	-3	10	4	2
Швеція	36477	57916	58,77	-1	5	1	1
Великобританія	23580	44412	88,35	0	8	0	2
Норвегія	34465	72988	111,77	2	10	-1	1
Малайзія	3541	11602	227,59	35	14	-9	5
Китай	185	1375	641,68	9	25	-2	12
Індонезія	647	2095	223,83	33	11	-1	8
Японія	27609	83224	201,44	0	15	0	3
Філіпіни	2152	2731	26,91	31	0	-10	4
Сингапур	10194	57290	461,96	21	25	-13	3
Таїланд	1232	4656	277,69	34	16	-7	5

Країна/ регіон	Випуск продукції на одного працівника, 1966 р.	Випуск продукції на одного працівника, 2000 р.	Зміна продуктивності праці (1966– 2000 рр.)	Залежність зміни продуктивності праці від зміни ефективності виробництва (EFF-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від зміни технології виробництва (TECH-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від нагромадження фізичного капіталу (насищення країни фізичним капіталом) (KACC-1) *100	Залежність зміни продуктивності праці від нагромадження людського капіталу (HACC-1) *100
Гонгконг	11891	46671	292,49	23	18	-9	3
<b>Загальна середня</b>	<b>18103</b>	<b>41649</b>	<b>166,53</b>	<b>11,83</b>	<b>10,62</b>	<b>-4,48</b>	<b>3,44</b>
Країни Південноазійського регіону в середньому	540,40	1138,8	104,44	23,20	4,6	-10,8	5,8
Країни ЄС-15 + Норвегія в середньому	29052	62031	122,11	2,5625	10,06	-1,56	1,75
Країни Східноазійського регіону в середньому	7181	26205	294,20	23,25	15,50	-6,38	5,38

Значення загальних середніх відсоткових змін свідчать про те, що жодна з трьох компонент (чинників) не відповідає за більшу частину змін продуктивності праці за даний період. Зміна продуктивності праці залежить менше, ніж на 16 %, від зміни ефективності виробництва, менше, ніж на 15%, – від технологічної зміни, тоді як насичення економіки країн капіталом негативно впливало на зміни продуктивності праці (нагромадження капіталу негативно впливало на зростання продуктивності праці – 5,31%). Однакова тенденція спостерігається в Південноазійському та Східноазійському регіонах. У Південноазійському регіоні зміна ефективності виробництва пояснювала 29,40% зростання продуктивності праці даних країн, технологічна зміна пояснювала лише 10,60% зростання продуктивності праці, а показник нагромадження капіталу мав від'ємне значення. Для Східноазійського регіону зміна ефективності виробництва пояснює



32% зростання продуктивності праці, технологічна зміна пояснює 20,88% зростання продуктивності праці, тоді час як існує від'ємний вплив нагромадження фізичного капіталу на зростання продуктивності праці. У європейських країнах зростання продуктивності праці залежить від зміни ефективності виробництва лише на 2,31%, від технологічної зміни, відповідно, – тільки на 11,94%, в той час як нагромадження фізичного капіталу негативно впливало на зростання продуктивності праці. Дані результати свідчать про те, що поряд із чинниками, що відображають розкладання продуктивності праці на три частини в нашому аналізі, при обчисленні економічного зростання є й інші чинники, які можуть мати значний вплив на рівні зростання продуктивності праці в країнах, включених у наше дослідження. При проведенні аналізу умовної конвергенції ми прийшли до висновку, що торгова відкритість, рівні приросту населення та рівень заощаджень можуть бути ключовим моментом при поясненні відмінностей у рівнях економічного зростання на душу населення в країнах, включених в наше дослідження. Існує низка значно важливіших факторів, зокрема для Південно-азійського регіону, окрім тих, що були взяті для обчислення економічного зростання. Ці фактори здатні мати значно більший вплив на продуктивність праці та приріст ВВП на душу населення. Це можуть бути заходи, спрямовані на: підвищення витрат на формування і розвиток інфраструктури, збільшення ефективності функціонування бюрократичного апарату, зменшення корупції, зниження регуляторних обмежень у трудовому законодавстві, досягнення політичної стабільності, реалізацію принципу верховенства закону, формування кращого розуміння конкретного суб'єкта з боку інституцій.

На рис. 5 на основі цих розрахунків графічно зображено чотири залежності, зокрема залежність між продуктивністю праці 1966 р. та відсотковою зміною продуктивності праці впродовж 1966–2000 рр., а також між продуктивністю праці 1966 р. і відсотковими змінами трьох компонент, що відображають розкладення продуктивності праці, впродовж 1966–2000 рр.

Також на цьому рисунку графічно позначені лінії регресії, побудовані на основі методу звичайних найменших квадратів. Рис. 5 (а) вказує на те, що зростання середньої продуктивності праці пояснює позитивне економічне зростання впродовж зазначеного періоду для країн, включених у нашу вибірку. Різке зростання відносно низьких доходів в Азії відображає появу «країн азійського економічного дива». Ці процеси узгоджуються з думкою про рух великого обсягу ймовірності від групи з низькими і середніми доходами до групи з високими доходами в розподілі між країнами (див. розділ I – вступ). Від'ємний коефіцієнт нахилу лінії регресії  $-0,0282$ , критерій Стьюдента ( $t$ -статистика) зі значенням 1,855, відсутність статистичної значущості коефіцієнта на рівні значущості 5% без включення критичних величин є суттєвим емпіричним результатом, який для багатьох став предметом дискусій стосовно того, чи в дійсності моделі зростання продуктивності праці можуть пояснювати абсолютну конвер-

генцію спільно взятих країн Південноазійського, Східноазійського регіонів і Європи<sup>5</sup> (див. працю С. Матура, 2004 р.).

Рис. 5 (б) демонструє від'ємний зв'язок між відсотковою зміною індекса ефективності виробництва та первинним рівнем продуктивності праці 1966 р. Бета-коефіцієнт має від'ємне значення  $-0,00103$ , від'ємне значення відображає  $t$ -статистика  $-8,255$ ,  $R^2$  дорівнює  $0,716$ . Отримані результати свідчать про те, що технологічне надолуження частково відповідає за подолання певного розриву між багатими і бідними країнами, що є, принаймні, реальним явищем для східноазійських економік, оскільки індустріально розвинені країни з 1960-х рр. частково відповідали за трансферт технологій у Східноазійський регіон, який був на той час недорозвиненим. Не зважаючи на те, що трансферт технологій у південноазійські країни є відносно низьким, він відіграє важливу роль у збільшенні рівня їхнього економічного зростання.

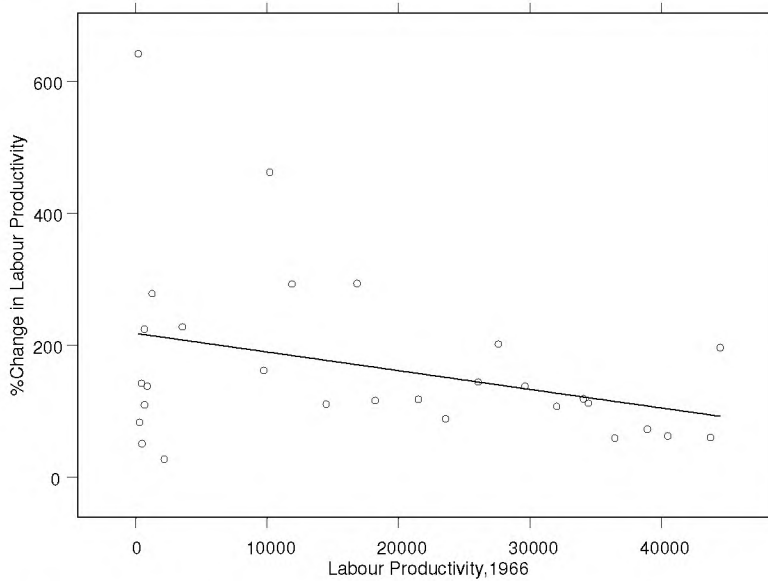
На рис. 5 (в) спостерігається від'ємний зв'язок між змінами технології виробництва та первинним рівнем продуктивності праці (бета-коефіцієнт дорівнює  $-0,00015$ ), однак цей зв'язок є статистично незначущим (значення  $t$ -статистики  $-1,875$ ). В той час, коли зміна технології виробництва відповідає за більший обсяг змін продуктивності праці (а отже, має більший внесок в економічне зростання) в Східноазійському регіоні, ніж у середньому по виборці, ця зміна є доволі помірною для економічного зростання південно-східних та європейських країн.

Рис. 5 (г) показує, що існує статистично значущий та додатний зв'язок між нагромадженням капіталу та економічним зростанням (значення бета-коефіцієнта  $0,00043$ , значення  $t$ -статистики  $9,120$ ). Додатний коефіцієнт нахилу лінії регресії вказує на те, що відносно багаті країни, порівняно з менш розвиненими країнами, мали переваги здебільшого завдяки нагромадженню фізичного капіталу.

<sup>5</sup> Якщо первинний дохід на душу населення бідної країни нижчий, ніж у багатих країнах, то бідна країна має досягати вищих приростів економічного зростання (через вищу граничну продуктивність праці та більше залучення іноземного капіталу), порівняно з багатією країною, з метою досягнення однакового рівня доходу на душу населення (припускаючи наявність ідентичної технології, однакових обсягів виробництва та кількості населення, а також ідентичних смаків у країнах). Задоволення цих умов називається абсолютною *бета-конвергенцією* (або *безумовною конвергенцією*), тому що всі країни/регіони в процесі конвергенції приходять до спільно ustalених (стаціонарних) рівнів доходів. Зміст цієї гіпотези в її крайній формі полягає в тому, що в довгостроковому періоді країни/регіони мають досягти не лише однакових стаціонарних рівнів доходу на душу населення, а й однакових рівнів економічного зростання на душу населення. Однак вищезазначені структурні параметри відрізняються між окремими країнами/регіонами, і тому деякі країни можуть не досягати між собою однакових стаціонарних рівнів доходів на душу населення, а лише досягти свого власного стаціонарного рівня доходів (довгострокового потенційного рівня доходу). Тому економіки з нижчими рівнями доходів на душу населення (вираженими відносно їхніх стаціонарних рівнів доходів на душу населення) мають тенденцію зростати значно швидше. Така конвергенція називається *умовною конвергенцією*.

Рисунок 5.

а) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна продуктивності праці;



б) по осі абсцис – продуктивність праці у сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р., по осі ординат – % зміна індексу ефективності виробництва;

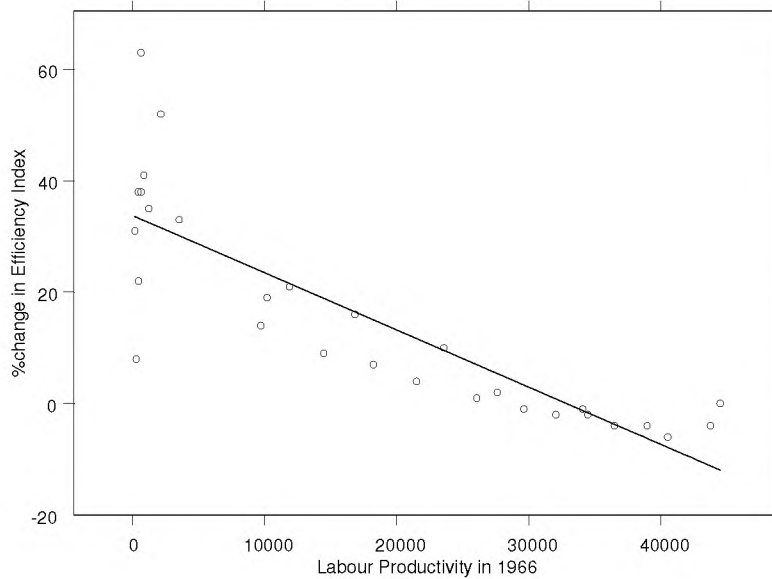
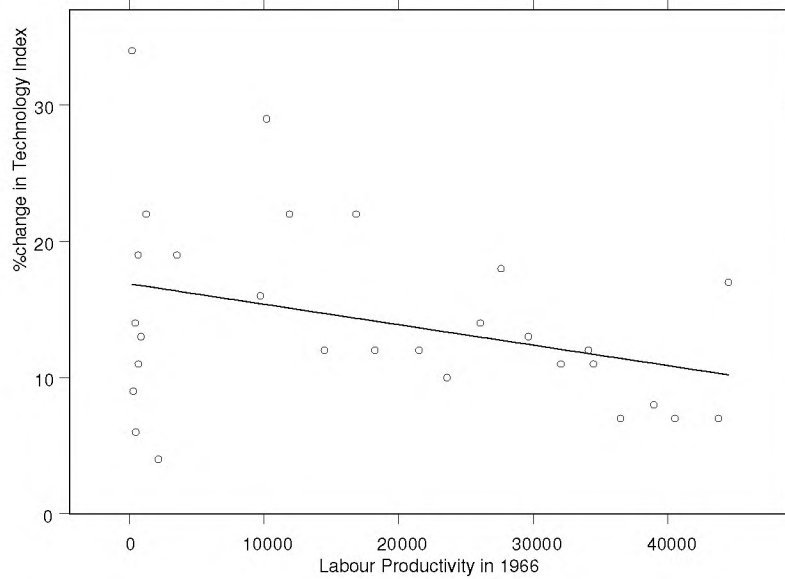
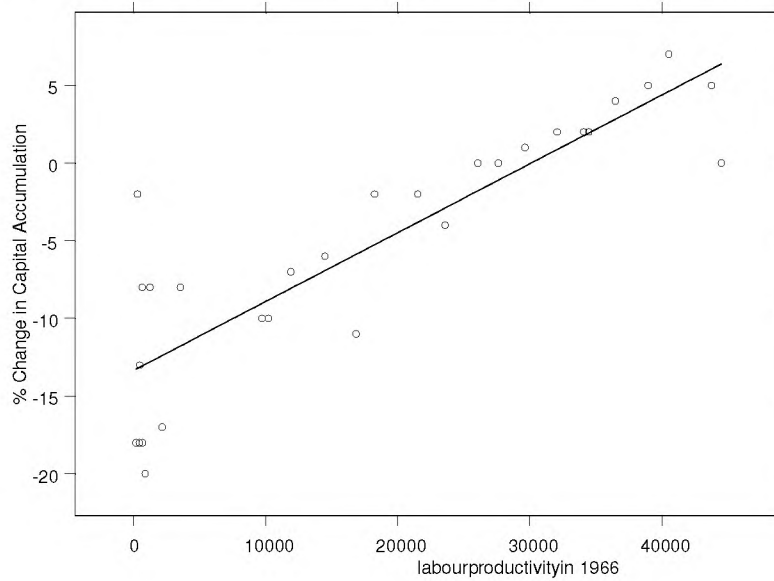


Рисунок 5 (продовження)

в) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна індексу технології виробництва;



г) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна нагромадження фізичного капіталу.



В табл. 4 наведено відсоткові зміни продуктивності праці впродовж 1966–2000 рр. та чотирьох її компонент: (1) зміни ефективності виробництва, (2) зміни технології виробництва, (3) насичення економіки країни капіталом та (4) нагромадження людського капіталу для кожної з 29 країн, включених у нашу вибірку, а також загальні середні значення цих показників для всієї вибірки. Загальні середні значення засвідчують той факт, що жодна з чотирьох компонент (чинників) не відповідає за більшу частину змін продуктивності праці впродовж цього періоду. Чинник «зміна ефективності виробництва» пояснює менш ніж 12% змін продуктивності праці, технологічна зміна, відповідно, менш ніж 11%, нагромадження людського капіталу – менш ніж 4%, тоді як насичення економіки країн фізичним капіталом негативно впливало на зміни продуктивності праці.

Однакова тенденція спостерігається в Південноазійському та Східноазійському регіонах. У Південноазійському регіоні зміна ефективності виробництва пояснювала 23,20% зростання продуктивності праці країн регіону, технологічна зміна – лише 4,6% зростання продуктивності праці, нагромадження людського капіталу – 5,8% зростання продуктивності праці, тоді як нагромадження фізичного капіталу показує від'ємне значення. Для Східноазійського регіону зміна ефективності виробництва – 23,25 % зростання продуктивності праці, технологічна зміна пояснює 15,5% зростання продуктивності праці, нагромадження людського капіталу пояснює 5,38% зростання продуктивності праці, тоді як існує від'ємний вплив нагромадження фізичного капіталу на зростання продуктивності праці. У Європі зростання продуктивності праці залежить від зміни ефективності виробництва, всього на 2,56%, від технологічної зміни, – відповідно, тільки на 10%, а від нагромадження людського капіталу – на 1,75%, тоді як нагромадження фізичного капіталу негативно впливало на зростання продуктивності праці. Ці результати показують, що при проведенні обчислення економічного зростання існують інші чинники поряд з тими, які відображають розкладання продуктивності праці на чотири частини. Ці чинники мають істотний вплив на рівні зростання продуктивності праці європейських країн і країн Східноазійського та Східноазійського регіонів.

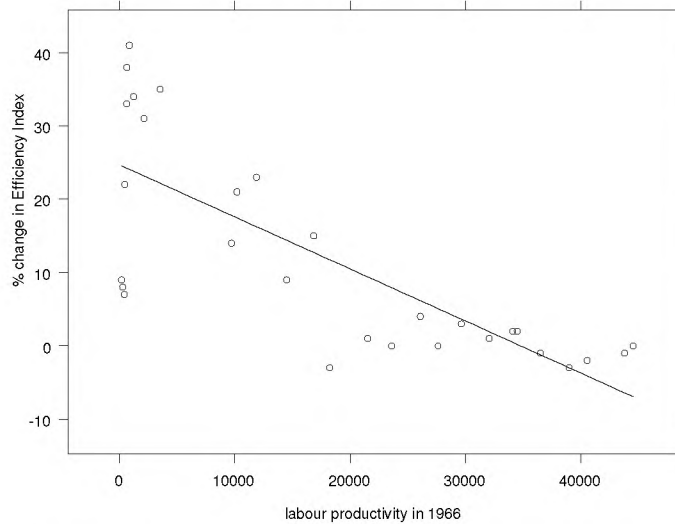
На рис. 6 на основі цих розрахунків графічно зображено чотири залежності (залежності чотирьох компонент продуктивності праці) щодо продуктивності праці 1966 р. Це дослідження включає ерзац-змінну для людського капіталу «тривалість життя» як додаткового фактору, що залучається у виробництво, поряд із нагромадженим фізичним капіталом і робочою силою. Також на цьому рисунку графічно позначені лінії регресії, побудовані на основі методу звичайних найменших квадратів (OLS).

Рис. 6 (а) вказує на від'ємний зв'язок між відсотковою зміною індекса ефективності виробництва і початковим рівнем продуктивності праці 1966 р. Бета-коефіцієнт має від'ємне значення  $-0,000711$ , від'ємне значення відображає  $t$ -статистика  $-6,369$ . Результати показують (як і попередні результати), що технологічне надолуження частково відповідає за подолання певного розриву між багатими і бідними країнами (якими були на той час країни Східноазійського регіону).

Рисунок 6.

**Відсоткові зміни продуктивності праці та чотирьох індексів, що відображають відношення розкладання продуктивності праці, впродовж 1966–2000 рр. до продуктивності праці за 1966 р.**

а) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна індексу ефективності виробництва;



б) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна індексу технології виробництва;

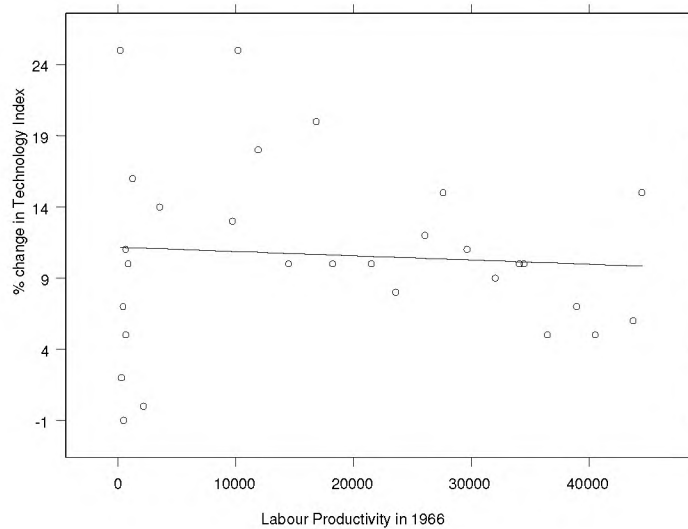
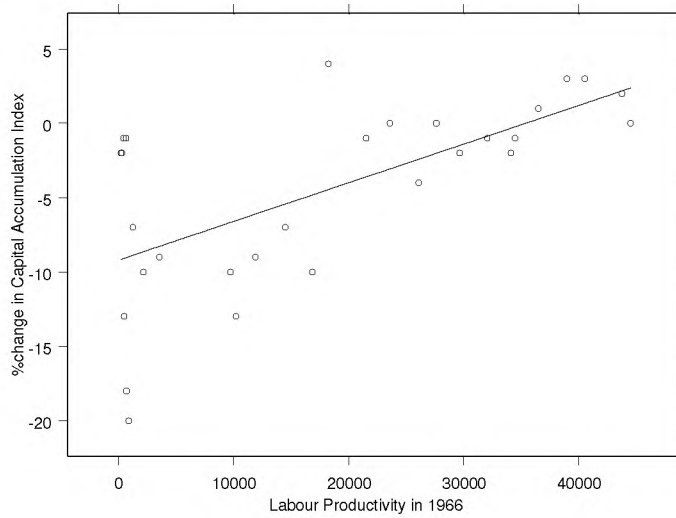


Рисунок 6 (продовження).

в) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна нагромадження фізичного капіталу;



г) по осі абсцис – продуктивність праці в сталих на 1995 р. доларах США, 1966 р.; по осі ординат – % зміна нагромадження людського капіталу

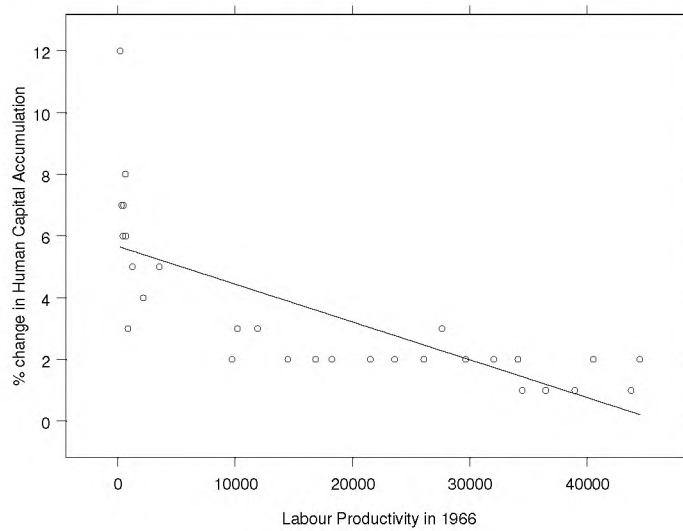


Рис. 6 (б) демонструє від'ємний та статистично незначущий зв'язок між відсотковою зміною індекса технології виробництва та первинним рівнем продуктивності праці 1966 р. Бета-коефіцієнт має від'ємне значення – 0,00002, а t-статистика –0,383.

На рис. 6 (в) спостерігається додатній та статистично значущий зв'язок між нагромадженням фізичного капіталу та економічним зростанням (бета-коефіцієнт дорівнює 0,00026, значення t-статистики – 4,343). Додатній коефіцієнт нахилу лінії регресії показує, що відносно багаті країни, порівняно з менш розвиненими, мали переваги здебільшого завдяки нагромадженню фізичного капіталу.

Рис. 6 (г) показує, що існує від'ємний та статистично значущий зв'язок між нагромадженням людського капіталу та економічним зростанням (значення бета-коефіцієнта –0,000123, значення t-статистики –5,677). Країни, що мали низьку продуктивність праці в 1960-х рр., нагромаджували людський капітал швидшими темпами, ніж країни, які були відносно краще розвиненими в 1960-х рр. Очевидно, нагромадження людського капіталу посприяло конвергенції рівнів продуктивності праці.

### VII.3. Аналіз розподілів продуктивності

Мета даного аналізу – оцінити, чи три, а згодом і чотири компоненти продуктивності праці можуть у сукупності трансформувати розрахунок розподілу продуктивності праці з тримодального розподілу в 1966 р. у бімодальний розподіл 2000 р. з вищою середньою величиною. Розподіли продуктивності праці знову для зручності графічно відтворено на рис. 7а: (розподіл продуктивності праці в 1966 р.) та 7б (розподіл продуктивності праці в 2000 р.). На осі абсцис позначені значення  $x$ , на осі ординат – ядерна щільність для  $x$ .

Даний розподіл являє собою непараметричну оцінку ядерної щільності, а точніше оцінку ядерної щільності Розенблатта-Парцена (детальніше у розділі «Завдання» та «Методологія»). Запишемо розкладені зміни продуктивності праці на чотири частини таким чином:

$$y_c = (EFF \times TECH \times KACC \times HACC)^* y_b$$

Отже, розподіл продуктивності праці в 2000 р. можна побудувати ефективно при множенні продуктивності праці за 1966 р. на кожну із чотирьох компонент (чинників). Контрафактичний розподіл 2000 р. побудовано шляхом множення середніх значень розкладених компонент із продуктивністю праці за 1966 р. (див. рис. 8). Як видно з рисунку, розподіл залишається тримодальним. Таким чином, чотири компоненти розкладання продуктивності праці, а саме зміна ефективності виробництва, зміна технології виробництва, накопичення фізичного капіталу та накопичення людського капіталу, в сукупності не здатні були трансформувати розподіл 1966 р.



Рисунок 7 (а).

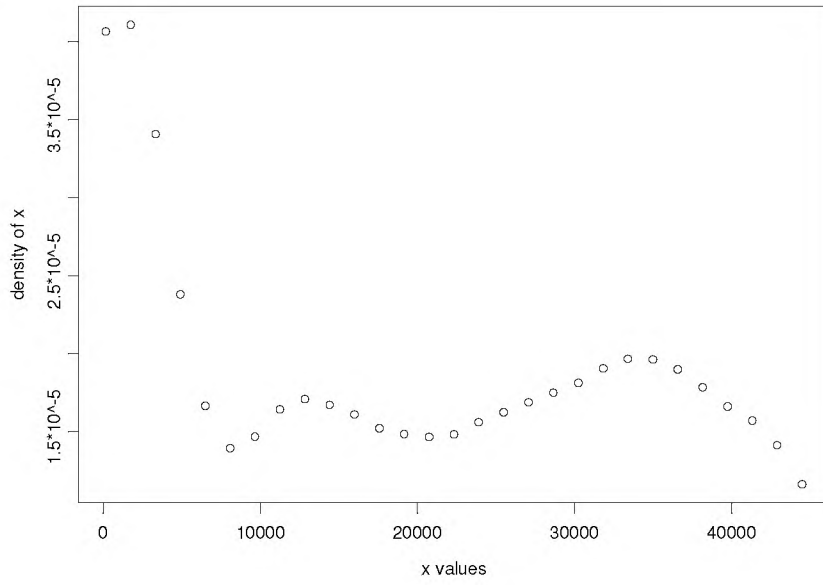


Рисунок 7 (b).

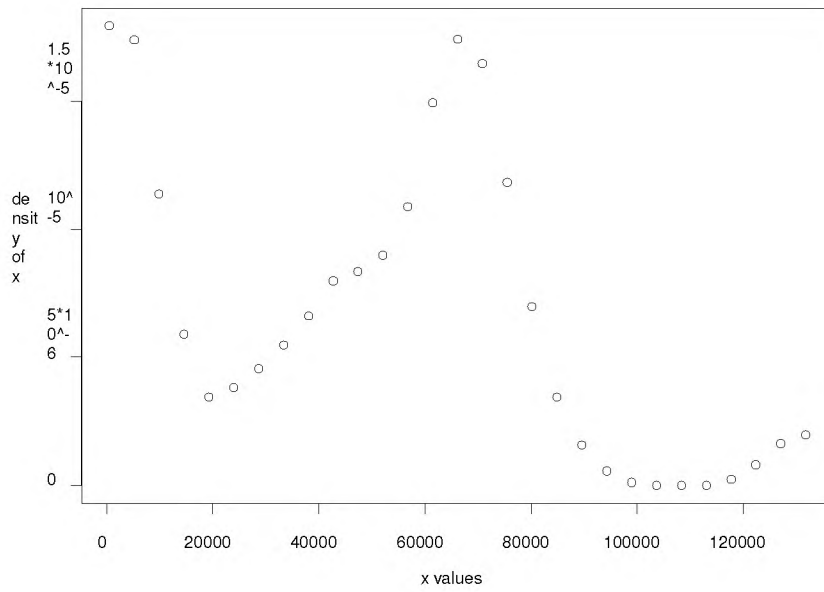
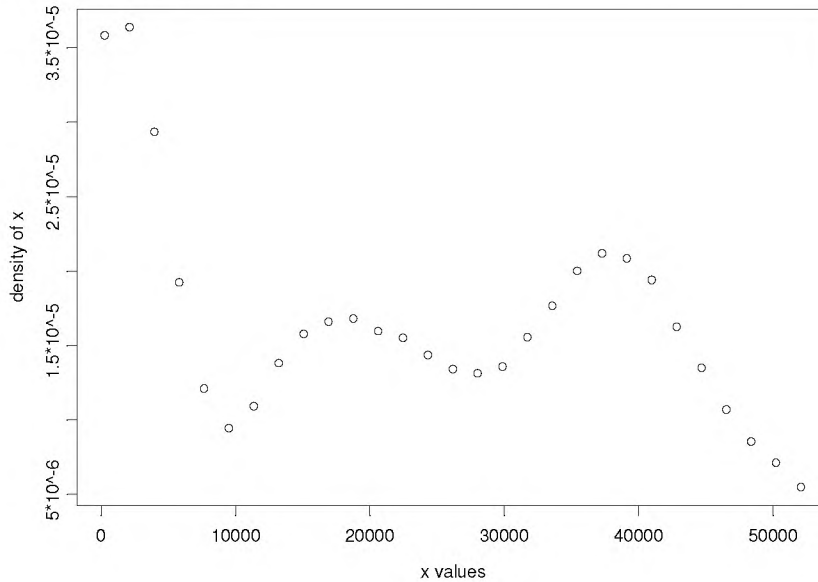


Рисунок 8.

**Контрафактичний розподіл продуктивності праці, 2000 р.  
(включаючи в аналіз ерзац-змінну для людського капіталу  
«тривалість життя»)**



Ці компоненти узгоджують розподіл 1966 р. номінально, з фактичним двомодальним розподілом 2000 р.<sup>6</sup> Це свідчить про те, що певні інші фактори, зокрема рівень заощаджень, торгова відкритість та природи населення, можуть відповідати за трансформацію тримодального розподілу 1966 р. у двомодальний розподіл 2000 р. Досліджено також, що побудова контрафактичного розподілу 2000 р. шляхом розкладання продуктивності праці на три компоненти (чинники) не змінює отриманих результатів. Це ще раз підтверджує наші попередні висновки.

<sup>6</sup> Двовибірковий тест Колмогорова-Смирнова підтверджує існування нульової гіпотези – двовибіркові ядерні розподіли ймовірності ті ж самі; дані:  $x$  – контрафактичний розподіл продуктивності праці 2000 р. ( $V1$ );  $y$  – розподіл продуктивності праці 1966 р. ( $V2$ ); значення тесту Колмогорова-Смирнова  $k_s = 0,1034$ ;  $p$ -значення =  $0,9985$ ; альтернативна гіпотеза: кумулятивна функція розподілу  $cdf$  для  $x$ :  $V1$  у  $SP66$  не дорівнює кумулятивній функції розподілу для  $y$ ; кумулятивна функція розподілу  $cdf$  для  $y$ :  $V2$  у  $SP66$  щонайменше для одного елемента вибірки. У дослідженні застосовано електронне програмне забезпечення SPLUS. Масив даних запитувати в автора.

## Висновки

За допомогою аналізу кривої, що обгинає масив даних, у статті обчислено рівні технічної ефективності залучених у дослідження 29 країн. Індекс технічної ефективності Люксембургу становив одиницю (найвищий рівень технічної ефективності) за всі взяті для аналізу роки з включенням до аналізу ерзац-змінної для людського капіталу «тривалість життя» і без її включення. У Нідерландах у 1966, 1971, 1976 та 1981 рр. цей індекс також дорівнював одиниці. У Японії, Великобританії, Бельгії, Ірландії, Індонезії, Іспанії та Німеччині найвищий рівень технічної ефективності був характерним принаймні в один з узятих для аналізу років упродовж 1966–2000 рр. Однак у 2000 р. середні рівні технічної ефективності (без включення до аналізу тривалості життя як залученого у виробництво фактора) в країнах Південної Азії були вищими, ніж у країнах Європи та Східної Азії. Упродовж 1966–2000 рр. Японія, а після неї Гонгконг показували найвищі рівні середньої технічної ефективності у Східноазійському регіоні. Також початковий рівень продуктивності праці та індекс ефективності виробництва 1966 р. мали значний вплив на зміни ефективності виробництва впродовж 1966–2000 рр., засвідчуючи наявність технологічного підйому серед країн, які в 1960-х рр. були недорозвиненими. Це є дійсним, якщо вести мову про економіку Східноазійського регіону, чиє економічне зростання завдячує трансферту технологій з розвинених країн протягом 1966–2000 рр., а також тому, що східноазійські країни почали одночасно відкривати їхні економіки назовні. Південноазійські економіки, з іншого боку, залишались закритими в 1960-х рр. і, як наслідок, не могли забезпечувати економічне зростання швидшими темпами.

Зростання продуктивності праці розкладено на складові компоненти, які є властивими для характеристики технологічних змін (рух загальної виробничої межі), технологічного надолуження країнами більш розвинених країн (рух наявних обсягів виробництва країни до або від межі виробничих можливостей), нагромадження фізичного капіталу (рух вздовж виробничої межі) та людського капіталу (вираженого ерзац-змінною (проху-змінною), що описується тривалістю життя). Загальна виробнича межа побудована на основі детермінованих методів моделювання, які не вимагають ані визначення формалізації технології, ані припущень щодо ринкової структури та відсутності певних характеристик недосконалості ринку. Результати обчислення виявили тенденцію, що в країнах Східної та Південної Азії на економічне зростання найбільшим чином вплинули зміни ефективності виробництва, тоді як для європейських держав найбільший вплив мали зміни технології виробництва, що, у свою чергу, привели до вищої продуктивності праці впродовж 1966–2000 рр. За допомогою ядерного оцінювання щільності в статті проаналізовано динаміку перехресного розподілу продуктивності праці між залученими у це дослідження 29 країнами Південноазійського та Східноазійського регіонів і Європи. Очевидним є те, що інші чинники (серед

яких можна назвати рівень заощаджень, торгово відкритість, якість органів управління, географічні характеристики тощо) швидше, ніж ті, що включені до даного аналізу економічного зростання, головним чином відповідають за існування бімодального розподілу продуктивності праці для залучених у дослідження країн. (С. Матур, 2005 р.). Ця специфічна методологічна проблема може бути вирішена дослідниками в майбутньому. Наші результати дослідження спростовують результати С. Кумара і Р. Рассела (2002 р.) та Д. Гендерсона і Р. Рассела (2003 р.), які показують, що розностей у рівнях нагромадження фізичного та людського капіталу між країнами, головним чином, відповідають за існування відмінностей у рівнях доходів на душу населення та в рівнях економічного зростання між країнами, а також нагромадження фізичного та людського капіталу відповідають нині за розвиток бімодального розподілу продуктивності праці між країнами. Отримані С. Кумаром та Р. Расселом результати підтвердили просту та розширену модель Солоу (Р. Солоу (1956 р.), С. Джоунс (2002 р.)) разом із припущеннями щодо нагромадження факторів виробництва при аналізі процесу конвергенції доходів на душу населення між країнами. Наш аналіз економічного зростання і аналіз регресії свідчать про існування абсолютної конвергенції (використання моделі Солоу підтримує ці міркування), а також конвергенції у статистичних показниках змін ефективності виробництва та нагромадження людського капіталу в країнах Європи, Південноазійського та Східноазійського регіонів.

Узагальнюючи вищедосліджене, потрібно зазначити, що заходи, які підвищуватимуть продуктивність праці, особливо у сфері послуг, відкриватимуть торгівлю з усіма країнами, збільшуватимуть частку заощаджень у ВВП, зменшуватимуть несприятливе адміністративне регулювання, збільшуватимуть витрати на формування і розвиток інфраструктури, а також методи, які підтримуватимуть потоки приватного капіталу разом із трансфертом технологій та навичок, що інкорпорує людський капітал, з розвинених країн до бідних, може суттєво підвищити рівні ефективності виробництва країн, посприяти зниженню відмінностей між країнами/регіонами в рівнях доходу на душу населення та рівнях економічного зростання, а також посприяти досягненню основної мети – поліпшення стандартів життя населення.

### Література

1. Afriat, Sydney (1972). Efficiency Estimation of Production Functions // *International Economic Review*, October 1972, 13 (3), pp. 568–598.
2. Banker, R. D. (1990). Stochastic data envelopment analysis. – Working Paper, Department of Economics and Department of Agricultural and Resource Economics, Oregon State University, Corvallis, OR. 97331 USA.

3. Charnes, Abraham, Cooper, William W., and Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency Of Decision-Making Units // *European Journal of Operational Research*, 1978, pp. 429-444.
4. Charnes, Abraham; Cooper, William W.; Lewin, Arie Y. and Seiford, Lawrence M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and application*, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
5. Chou, Ji (1993). Old and New Development Models: The Taiwanese Experience. – Paper presented at the NBER-East Asia seminar in Economics Fourth Annual Conference.
6. Coelli, T., D.P. Rao, and G. Battese (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. London, Kluwer Academic Publishers.
7. Diewert, E (1980). Capital and the Theory of Productivity Measurement // *American Economic Review*, 70, pp. 260-267
8. Farrell, Michael J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency», *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 1957, 120 (3), pp. 253-82.
9. Fare, Rolf; Grosskopf, Shawna; Norris, M. and Zhang, Z. (1994b). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries // *American Economic Review*, March , 84 (1), pp. 66-83.
10. Galor, Oded (1996). Convergence? Inferences from Theoretical Models // *Economic Journal*, July, 106 (437), pp. 1056-69.
11. Gijbels, Irene; Mammen, Enno; Park Byeong U. and Simar, Leopold (1999). On Estimation of Monotone and Concave Frontier Functions // *Journal of the American Statistical Association*, March 1999, 94 (445), pp. 220-28.
12. Henderson, D. J. and R. Robert Russell (2003). *Human Capital and Convergence: A Production-Frontier Approach*. – Revised August 2003, University of California, Riverside Working Paper No. 29.
13. Jones, C. I. (1997). On the Evolution of the World Income Distribution// *Journal of Economic Perspectives*, Summer 1997.
14. Jones, Charles I. (2002). *Introduction to Economic Growth*. – Second Edition, WW Norton and Company, Incorporation, US.
15. Kneip, Alois, Park, Byeong U. and Simar, Leopold (1998). A Note on the Convergence of Non-parametric DEA Estimates for Production Efficiency Scores // *Econometric Theory*, December 1998, 14 (6), pp. 783-93.
16. Kumar, Subodh and Robert Russell (2002). Technological Change, Technological Catch-up and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence// *American Economic Review*, Volume 92, No.3.

17. Mathur, Somesh K. (2004). Absolute Convergence: Its Speed for Selected Countries for 1961-2001// *Journal of Indian School of Political Economy*, Volume XVI, January-March Issue.
18. Mathur, Somesh K. (2005). *Perspective of Economic Growth in Selected South Asian and East Asian Countries*. – PhD submitted to the International Trade Division, JNU, Delhi, India.
19. Quah, D. (1993). Galton's Fallacy and Tests of Convergence Hypothesis // *Scandinavian Journal of Economics*, 95 (4), pp. 427-443.
20. Quah, D. (1996). Convergence Empires across Economies with (Some) Capital Mobility // *Journal of Economic Growth*, March 1996a. 1(1), pp. 95-124.
21. Quah, D. (1996). Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics // *Economic Journal*, July.
22. Quah, D. (1997). Empirics for Growth and Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs // *Journal of Economic Growth* 2, pp. 27-59.
23. Rosenblatt, M. (1956). Remarks on some nonparametric estimates of a density function // *Annals of Mathematical Statistics*, 27, pp. 642-69.
24. Simar, Leopold (1996). Aspects of Statistical Analysis in DEA-Type Frontier Models // *Journal of Productivity Analysis*, July, 7 (2-3), pp. 177-85.
25. Simar, Leopold and Wilson, Paul W. (2000). A General Methodology for Bootstrapping in Non Parametric Frontier Models // *Journal of Applied Statistics*, August, 27(6), pp. 779-802.
26. Solow, Robert M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // *Quarterly Journal of Economics*, 70 (February), pp. 65-94.

Стаття надійшла до редакції 2 квітня 2005 р.