

УДК 339.9.012

Москалик Л.Р.

*кандидат економічних наук, доцент  
Львівського національного університету імені Івана Франка*

Москалик Р.Я.

*кандидат економічних наук, доцент  
Львівського національного університету імені Івана Франка*

## ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНОГО ПОШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ

### APPROACHES TO MODELING INTERNATIONAL TECHNOLOGY DIFFUSION

#### АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто теоретично-методологічні підходи до моделювання міжнародного поширення технологій у сучасній економічній літературі. Наше дослідження охоплює низку ключових моделей зростання продуктивності у зв'язку зі зростанням ключових чинників міжнародного поширення технологій. Проведено огляд нещодавніх теоретичних та емпіричних праць із цієї проблематики. Узагальнено підходи до моделювання впливу ключових чинників міжнародного поширення технологій на економічне зростання. Критично проаналізовано переваги та недоліки кожного підходу. Розглянуто проблемні аспекти моделювання, такі як ендогенність, проблема специфікації моделі, вибірки країн та статистичні проблеми. Надано рекомендації для подальших досліджень.

**Ключові слова:** міжнародне поширення технологій, зростання продуктивності, міжнародна торгівля, прямі іноземні інвестиції, сукупна продуктивність факторів, науково-дослідна діяльність, інституції.

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены теоретико-методологические подходы к моделированию международного распространения технологий в современной экономической литературе. Наше исследование охватывает ряд ключевых моделей роста производительности в связи с ростом ключевых факторов международного распространения технологий. Проведен обзор недавних теоретических и эмпирических работ по этой проблематике. Обобщены подходы к моделированию влияния ключевых факторов международного распространения технологий на экономический рост. Критически проанализированы преимущества и недостатки каждого подхода. Рассмотрены проблемные аспекты моделирования, такие как эндогенность, проблема спецификации модели, выборки стран и статистические проблемы. Даны рекомендации для дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** международное распространение технологий, рост производительности, международная торговля, прямые иностранные инвестиции, совокупная производительность факторов, научно-исследовательская деятельность, институты.

#### ANNOTATION

The article deals with theoretical and methodological approaches to the modeling of international technology diffusion of in modern economic literature. Our research covers a number of key productivity growth models in connection with the growth of key factors of international technology diffusion. We review recent theoretical and empirical studies on this subject, generalize approaches to modelling of impact of key international technology diffusion factors on economic growth, critically analyze the advantages and disadvantages of each approach, consider the problematic aspects of the models such as endogeneity, the problem of model specification, sample countries bias and statistical problems. We also make recommendations for further research.

**Keywords:** international technology diffusion, productivity growth, international trade, direct foreign investments, total factor productivity, research and development, institutions.

**Постановка проблеми.** Сучасні економічні дослідження підтверджують ідею, що зростання продуктивності є рушійною силою економічного зростання країни. Однією з актуальних гарячих тем в економічній літературі є пошук теоретично-методологічних підходів до моделювання міжнародного поширення технологій. Низка емпіричних праць використовує моделювання зростання продуктивності та міжнародного поширення технологій на прикладі окремих фірм, країн чи широкої групи країн, використовуючи аналіз панельних даних. Водночас інша група дослідників аналізує конкретні види зовнішньоекономічної діяльності та їхній вплив на рівень чи темпи зростання продуктивності країни. Крім того, ми стверджуємо, що економічне значення чинників продуктивності може сильно відрізнитися також у групі країн, що розвиваються, залежності від їх рівня розвитку. Тому на багатонаціональному рівні будь-який універсальний політичний підхід до всіх країн світу, як до однієї групи, не можливий для вирішення проблеми зростання продуктивності у цих країнах. Наукова проблема полягає у визначенні переваг та недоліків низки підходів до моделювання міжнародного поширення технологій та його впливу на економічне зростання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивченню теоретично-методологічних підходів до моделювання міжнародного поширення технологій присвячено низку нещодавніх теоретичних та емпіричних праць видатних економістів, таких як Л. Брейнард, В. Келлер, Е. Геллман, В. Грін, З. Грлічес, Дж. Ітон, Д. Ко, С. Клерідз, С. Кортум, Б. Леррейн та ін. Їхні дослідження охоплюють низку ключових моделей зростання продуктивності у зв'язку зі зростанням ключових чинників міжнародного поширення технологій. Одні праці концентрують увагу на дослідженні окремих випадків для певних країн у певних умовах, а також для груп країн у ширшому контексті. Інші праці досліджують види зовнішньоекономічної діяльності та їхній вплив на рівень чи темпи зростання продуктивності країни. Ще одна група економістів приділяє відносно менше уваги конкретній моделі зростання і поширення технологій, а

більше акцентує увагу на економетричних тестуваннях специфікації моделі та інтерпретації оцінених коефіцієнтів впливу. Поряд із ними розвивається напрям досліджень цих проблем на основі моделей загальної рівноваги.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Серед різноманітності підходів постає потреба узагальнити підходи до моделювання впливу ключових чинників міжнародного поширення технологій на економічне зростання, критично аналізувати переваги та недоліки кожного підходу. Водночас малодослідженим залишається питання вирішення проблеми ендогенності в оцінюваному рівнянні впливу різних чинників міжнародного поширення технологій на економічне зростання, хоча в теоретичному плані існує низка пропозицій щодо зниження ймовірного ефекту ендогенності. У нашій статті ми намагаємося визначити проблемні аспекти моделювання, такі як ендогенність, проблема специфікації моделі, вибірки країн та статистичні проблеми. Ми також висловлюємо рекомендації для подальших досліджень. Мета статті полягає у тому, щоб визначити ключові підходи до моделювання міжнародного поширення технологій у зв'язку зі зростанням продуктивності, проаналізувати переваги та недоліки кожного підходу, сформулювати рекомендації для оптимального вибору та застосування тієї чи іншої моделі дослідником, які відповідають його цілям. Ми особливо зосереджуємося на тому як технології та знання поширюються з-за кордону. Ми розглядаємо головні канали поширення технологій: імпорт, перелив результатів іноземних науково-дослідних розробок, прями іноземні інвестиції, використання прав інтелектуальної власності іноземного, інституційні вдосконалення; досліджуємо теоретичні зв'язки між цими показниками та зростанням сукупної продуктивності факторів країн; проводимо огляд нещодавніх теоретичних та емпіричних праць із цієї проблематики й узагальнюємо рекомендації для моделювання впливу цих чинників міжнародного поширення технологій на економічне зростання. Водночас ми розглядаємо проблемні аспекти моделювання, такі як ендогенність, проблема специфікації моделі, вибірки країн та статистичні проблеми.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Загалом емпіричні дослідження з проблематики міжнародного поширення технологій та економічного зростання поділяють на дві групи: дослідження окремих випадків (кейсів) для певної країни в певних умовах, а також для груп країн у ширшому контексті. Так, дослідження за окремими країнами можуть запропонувати багатий опис моделей і основних чинників, які визначають міжнародне поширення технологій. Наприклад, можна аналізувати, як приплив прямих іноземних інвестицій у певній країні в певному проміжку часу вплинув на зростання технологічного рівня цієї країни [1].

Головне обмеження дослідження певної окремо взятої країни у певних умовах є те, що невідомо, наскільки загальним є кожен конкретний випадок, тобто наскільки підтверджується теорія для більшого загалу випадків [2]. Такий підхід є корисним для формування заходів для політики цієї досліджуваної країни в певних умовах, проте навряд чи такий підхід стане обґрунтованим для формування стратегії розвитку цієї країни.

Інша група дослідників намагалася аналізувати конкретні види зовнішньоекономічної діяльності та їхній вплив на рівень чи темпи зростання продуктивності країни. Загальну модель таких досліджень можна описати рівнянням:

$$P = f(X, FEA) + \varepsilon, \quad (1)$$

де  $P$  – збільшення внутрішньої продуктивності фірми чи країни;  $X$  – вектор пояснюваних змінних;  $FEA$  – певний вид зовнішньоекономічної діяльності, який цікавить дослідника;  $\varepsilon$  – помилка регресії.

Зазначена скорочена форма цих моделей дає змогу досліджувати вплив каналів міжнародного поширення технологій на продуктивність. Така узагальнена модель є привабливою, але вона також перешкоджає точній інтерпретації результатів. Оскільки аналізується той чи інший вид зовнішньоекономічної діяльності ( $FEA$ ) як вимірник того чи іншого каналу міжнародного поширення технологій, а не безпосередні вимірники іноземних технологій, абсорбованих у країні, цей підхід може оцінювати коефіцієнти чинників міжнародного поширення технологій з деякими похибками. Розрахунок належного причинного (замість кореляційного) ефекту стає все важчим, оскільки проблеми ендогенності у таких моделях, безумовно, присутні. Вони пов'язані з ефектами економічного циклу або неспостережуваної гетерогенності у досліджуваному рівнянні. Якщо продуктивність є екзогенною змінною та, скажімо, прями іноземні інвестиції матимуть зворотній зв'язок із торгівлею в різних галузях промисловості, позитивний коефіцієнт впливу прямих іноземних інвестицій на зростання продуктивності може бути неточним, якщо галузі з високими показниками торговельних операцій у середньому мають більший вплив на зростання продуктивності. Низка досліджень доводить, що саме прями іноземні інвестиції є значимішими у цих країнах чи галузях, у яких вищі показники зовнішньої торгівлі [3]. Проблеми ендогенності є серйозними перешкодами у виявленні коректних результатів досліджень. Наприклад, іноземні інвестори вважають за краще вкладати свої інвестиції в галузі, які є високоприбутковими (такі галузі зазвичай мають високі темпи зростання продуктивності).

Важливим викликом для багатьох досліджень є вирішення проблеми ендогенності. Існує низка пропозицій щодо вирішення цих

проблем. По-перше, помилкових ефектів бізнес-циклу можна уникнути, використовуючи в регресії метод фіксованих ефектів (*fixed effects method*). Цей метод є прийнятним, коли бізнес-цикл є загальним для усієї вибірки. Складнішим є питання, чи трендові змінні можна розглядати як прийнятні, якщо часові ряди даних мають властивість бути стаціонарними. Це важливе питання, тому що включення в оцінюване рівняння трендових змінних може мати значний вплив на результати всіх інших змінних. Наприклад, Ко та Гелпман у своєму дослідженні повідомляють, що включення загального часового тренду в їхню регресію призводить до зменшення величини коефіцієнта зовнішніх ефектів від іноземної науково-дослідної діяльності (R&D spillovers) приблизно на 60% [4]. Для виявлення проблеми стаціонарності можна використати тести панельних одиничних коренів (*panel unit root tests*) і коінтеграційний аналіз (*cointegration analysis*), але такі підходи все ще відносно нові і результати таких тестів неоднозначні [5], тому слід випробувати альтернативні підходи до оцінювання таких рівнянь.

По-друге, стандартним підходом за умови присутності неспостережуваної гетерогенності є використання методів фіксованих ефектів [5]. Наслідком є звичайно скорочення варіації залежної змінної. Фіксовані ефекти як такі мало цікавлять, оскільки вони рідко стосуються економічних причин гетерогенності. Крім того, різниці, що випливають із застосування методу фіксованих ефектів, можуть посилити проблеми похибки вимірювання [6], тому загалом варто спробувати альтернативну специфікацію оцінюваної моделі [2, с. 760–761]. Фіксовані ефекти зазвичай не контролюють неспостережувану гетерогенність, якщо гетерогенні ефекти насправді не є змінні у часі. А наявні дослідження, як зазначають Зві Гріліхес та Жак Мейресс, не проливають світла на питання, наскільки ж це призводить до похибки в оцінених параметрах рівняння [6, с. 188].

По-третє, проблему ендогенності визнано в економічній літературі, але повною мірою вирішується рідко. Деякі дослідники намагаються вирішити проблеми ендогенності в оцінюваному рівнянні. Наприклад, Келлер розділив вибірку на дві групи: галузі економіки з високими і низькими витратами на науково-дослідні розробки, оскільки він зауважив, що чотири з дванадцяти галузей охоплюють понад 80% вартості всіх науково-дослідних витрат [7]. Дослідник припускав, що проблеми ендогенності мають набагато більше шансів виникати у першій вибірці – у галузях з високим рівнем науково-дослідних розробок. Результат Келлера для галузей із низьким рівнем науково-дослідної діяльності виявляється таким самим, як і для усієї вибірки.

У переважній більшості таких досліджень широко використовуються тести стійкості результатів (*robustness tests*). Цей аналіз навряд

чи можна вважати вирішальним методом у боротьбі з ендогенністю: ці тести аналізують одну ймовірну проблему за один раз. Вони ґрунтуються на припущеннях, що зменшує вірогідність правильних результатів. Тим не менше, такий аналіз стійкості (*robustness*) може бути дуже корисним у виявленні, чи ендогенність має вплив першого порядку в конкретному контексті [2, с. 761].

Проблема ендогенності в принципі може бути повністю вирішена за допомогою застосування методу інструментальних змінних (*instrumental variables method*). Зазначимо, що досі ці методи не використовували широко в економетричних дослідженнях, хоча це, здається, змінюється. Загалом застосування методів інструментальних змінних обмежується через складність відшукати хороші інструменти для показників технологій (таких як запас науково-дослідних розробок чи інших), оскільки здебільшого змінні, які корелюють із похибкою регресійного рівняння, зазвичай не надто пов'язані з науково-дослідними розробками. Деякі останні методи інструментальних змінних використовують переважно лаги змінних правої частини регресії.

Розглянемо деякі праці, в яких використано метод інструментальних змінних для оцінки каналів міжнародного поширення технологій, зокрема дослідження Рахеля Гріффіта, Стефена Реддінга і Гелен Сімсона [8] та Вольфганга Келлера і Стефена Сепла [9]. У них досліджують важливість зовнішніх ефектів поширення технологій (R&D spillovers), пов'язаних із прямими іноземними інвестиціями. Так Гріффіт, Реддінг і Сімсон розглядають вплив інвестицій іноземних дочірніх компаній у Сполученому Королівстві. Вони винайшли такі інструментальні змінні для інвестицій іноземних дочірніх компаній у Сполученому Королівстві – це економічні умови у Франції та США, які можна вважати доволі правдоподібними, адже із цих країн походить багато дочірніх компаній у Великобританії. Використовуючи економетричні тести прийнятності інструментальних змінних (зокрема, *overidentification test*), автори знаходять, що ендогенність не є проблемою у їхній вибірці. Келлер та Сепл у своїй праці запроваджують такі інструменти, як транспортні витрати і тарифи в різних галузях промисловості для ПП галузей промисловості у Сполучених Штатах [9, с. 12]. Оцінені параметри методом інструментальних змінних у рівнянні Келлера та Сепла показують більші зовнішні технологічні ефекти від прямих іноземних інвестицій, ніж методом найменших квадратів (МНК). Цей результат можна інтерпретувати так, що показник прямих іноземних інвестиційне є цілком адекватним вимірником зовнішніх ефектів міжнародного поширення технологій. Незважаючи на ці результати, не варто стверджувати, що ендогенність відсутня в оцінюваному рівнянні. Очевидним є те, що

потрібні глибші дослідження на коректне виявлення та вирішення проблем ендогенності.

Розглянемо іншу групу досліджень, які ґрунтуються на такій базовій моделі:

$$P = f(X, M, FT) + \varepsilon, \quad (2)$$

де  $P$  – збільшення внутрішньої продуктивності фірми чи країни;

$X$  – вектор пояснюваних змінних;

$M$  – механізм поширення технологій;

$FT$  – іноземні технології;

$\varepsilon$  – помилка регресії.

Із цього рівняння видно, що показник іноземних технологій  $FT$  у рівнянні (2) замінює показник зовнішньоекономічної діяльності  $FEA$  у рівнянні (1), і специфікація рівняння (2) додає певний канал, або механізм міжнародного поширення технологій (позначається  $M$ ).

Яскравим прикладом такого дослідження є праця Ко і Гелпмана [4]. Ці автори тестують гіпотези впливу міжнародної торгівлі на економічне зростання, за якими іноземна науково-дослідна діяльність створює нові проміжні ресурси та зовнішні ефекти від створення технологій за кордоном, які країни можуть отримати через імпорт. Якщо проміжні вхідні товари постійно модернізують, низка проміжних товарів на час  $T$  визначає сукупні ресурси, що оновлюються за рахунок науково-дослідної діяльності. В умовах відсутності торговельних бар'єрів та рівноваги всі країни використовуватимуть усі проміжні чинники з усіх країн. Проміжні чинники модернізуються за рахунок продукування внутрішніх науково-дослідних розробок у всіх країнах, що дорівнює світовим сукупним видаткам на науково-дослідні розробки. Ко і Гелпман у своїй моделі визнають, що мають місце ефект гетерогенності між країнами, а також торговельні бар'єри, які розділяють внутрішню та іноземну науково-дослідну діяльність:

$$\ln f_c = \alpha + \beta^d \ln S_c + \beta \ln S_c^f + \varepsilon_c, \quad (3)$$

де  $S_c$  – внутрішній запас знань у країні  $c$ ;

$S_c^f$  – іноземний запас знань у країні  $c$  визначається як двосторонні частки імпорту зважені запасом науково-дослідних розробок у країнах – торговельних партнерах ( $m_{cc}$ ):

$$S_c^f = \sum_{c' \neq 0} m_{cc'} S_{c'}, \quad (4)$$

Ця модель Ко і Гелпмана висуває гіпотезу, за якою країна імпортує здебільшого з високоінноваційних торговельних партнерів, отже, ймовірно, вони отримують відносно більше технологій, утілених у проміжні товари, які повинні відобразитися на вищому рівні продуктивності, і навпаки.

Цей підхід широко визнаний в економічній літературі завдяки достовірності результатів, простоті та універсальності. Його широко використовували для вивчення альтернативних каналів міжнародного поширення технологій. Проте, на нашу думку, в таких регресіях цілком очевидно є присутність проблем ендогенності, тому їх розв'язанням може бути або

пошук іншої специфікації моделі, або запровадження адекватних методів боротьби з проблемами ендогенності.

Друга група досліджень приділяє відносно менше уваги конкретній моделі зростання і поширення технологій, а більше акцентує увагу на економетричних специфікаціях та оцінках. Гарним прикладом є стаття Софроніса Клерідіса, Саула Лача і Джеймса Тибута [10], де автори представили докази про появу зовнішніх ефектів у результаті експорту, використовуючи дані на рівні підприємств Колумбії, Марокко і Мексики. Автори проаналізували ефекти експортної діяльності на зниження витрат виробництва. У їхній розширеній моделі враховано важливий момент, а саме те, що аналізують фірми з доволі високою продуктивністю, які самостійно виходять на експортні ринки. Вони оцінюють динамічне рівняння, що визначає участь фірм в експортному ринку:

$$\ln(AVC_{it}) = \gamma_0 + \sum_{j=1}^J \gamma_j^k \ln(K_{it-j}) + \gamma \ln(e_t) + \sum_{j=1}^J \gamma_j^c \ln(AVC_{it-j}) + \sum_{j=1}^J \gamma_j^y y_{it-j} + v_{it}, \quad (5)$$

де  $y_{it}$  – експортний показник фірми  $i$  в період  $t$ ;

$X_{it}$  – вектор екзогенних характеристик фірми;

$e_t$  – обмінний курс;

$AVC_{it}$  – середні витрати;

$K_{it}$  – капітал.

Рівняння (5) показує, чи минулий досвід експорту знижує поточні витрати (вимірювані параметрами  $\gamma_j^y$ ), зважаючи на минулі витрати та розмір (наближений до капіталу). Ці параметри, що показують здобуття знань через експорт, не обмежені значною мірою, оскільки  $y_{it-j}$  є 0/1 індикативними змінними, які, ймовірно, є відправною точкою за умови, що невідомо, чи існує ефект здобуття знань від експорту (якщо такий ефект узагалі існує). Клерідіс, Лач і Тибут використовують альтернативні методи оцінки в їхньому аналізі та економетричні дані в поєднанні з описовими докази у формі порівняння середніх витрат для різних типів фірм (експортери, неекспортери і т. д.). Проте в оцінюваному рівнянні існує низка економетричних проблем, зокрема достовірності результатів, що вимагає подальших досліджень.

Розглядаючи емпіричні моделі дослідження міжнародного поширення технологій, слід згадати також моделі загальної рівноваги. У своїй праці Дж. Ітон і С. Кортум [11] вивчали міжнародне поширення технологій із використанням моделі загальної рівноваги. Свою модель зростання продуктивності вони пов'язують зі збільшенням якості проміжних товарів, що є ключовим питанням у моделі економічного зростання через підвищення якості (*quality ladder model of growth*). Ітон і Кортум додали процес, який регулює поширення технологій між країнами. Потім вони дослідили кількісні співвідношення

між науково-дослідними розробками, поширенням технологій і внутрішньою продуктивністю. Роботи Ітона і Кортума важливі, тому що вони замість розгляду скороченої форми рівняння взаємозв'язків між множиною змінних використовують повну модель для оцінки всіх (ендогенних) змінних. Ендогенність, як у дослідженнях з одним рівнянням, не є проблемою в моделі загальної економічної рівноваги. Ітон і Кортум вивчають також моделі довгострокової рівноваги та оцінюють випадки для перехідної динаміки. Вони пролили світло на швидкість поширення технологій, що особливо корисно для аналізу економічної політики.

Проте цей підхід усе ж має деякі вади. По-перше, для того щоб окреслити рамки досліджуваного явища, як правило, роблять кілька припущень. Наприклад, Ітон і Кортум припускають, що якість технології в досліджуваній країні є випадковою величиною з розподілом Парето, тоді як розподіл лагів поширення технологій в інших країнах є експоненційним [12]. У рамках зазначеної моделі дуже важко перевірити, наскільки такі припущення наближені до дійсності. По-друге, моделі зазвичай занадто складні для оцінки всіх їхніх параметрів. Відповідно до загальної практики, якщо число параметрів встановлено на основі значень із попередніх досліджень, це означає, що результати частково імітовані, а не оцінені. По-третє, часто важко з'ясувати, наскільки емпірично доведеними є ці моделі. Одним із показників успішності тестування моделі є різниця між фактичними та передбаченими значеннями ендогенних змінних. Наприклад, якщо модель передбачає рівні продуктивності, які знаходяться в межах похибки 15% фактичних рівнів, виникає питання, наскільки це пов'язано з параметрами моделі, встановленими наперед. Зважаючи на цю критику, деякі дослідники використовують моделі часткової рівноваги для оцінки поширення технологій на протигагу моделям загальної рівноваги Ітона і Кортума. Наприклад, у своїй праці Джованні Пері аналізує  $N$  країн,  $N \times N$  рівнянь з урахуванням двостороннього поширення технологій. За результатами емпіричного тестування Пері стверджує, що запас технологій не має значного впливу на продуктивність.

Важливим питанням є виявлення, яка частина варіації даних або які припущення у моделях загальної рівноваги переважно спотворюють результати. Незважаючи на аналіз чутливості, які можна застосувати, все ж, як правило, неможливо відповісти на це питання, і це знижує цінність моделей загальної рівноваги загалом.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження теоретично-методологічних підходів до моделювання впливу міжнародного поширення технологій на економічне зростання можемо зробити такі узагальнення та висновки:

1. У сучасних емпіричних дослідженнях з проблематики міжнародного поширення тех-

нологій превалюють два головні підходи до моделювання міжнародного поширення технологій у контексті впливу на зростання продуктивності, а саме: дослідження окремих кейсів для певної країни в певних умовах із використанням економетричних методів аналізу крос-секційних даних чи числових рядів, а також дослідження для груп країн із використанням економетричних методів аналізу панельних даних по країнах та періодах. Дослідження за окремими країнами можуть запропонувати багато моделей і основних чинників, які визначають міжнародне поширення технологій. Інша група дослідників намагалася аналізувати конкретні види зовнішньоекономічної діяльності та їхній вплив на рівень чи темпи зростання продуктивності країни.

2. На нашу думку, заслуговує особливої уваги підхід до моделювання міжнародного поширення технологій, який полягає у заміні показника зовнішньоекономічної діяльності на показник іноземних технологій. Тоді специфікація рівняння додає певний канал, або механізм міжнародного поширення технологій. Таким чином, можна тестувати гіпотези впливу міжнародної торгівлі на економічне зростання, за якими іноземна науково-дослідна діяльність створює нові проміжні ресурси та зовнішні ефекти від створення технологій за кордоном, які країни можуть отримати через імпорт. Цей підхід дає змогу отримати достовірні результати, є досить простим та універсальним.

3. Важливим викликом для досліджень впливу каналів міжнародного поширення технологій на економічне зростання є вирішення проблеми ендогенності. На нашу думку, основними підходами до вирішення низки проблем ендогенності є використання у регресії методу фіксованих ефектів (*fixed effects method*) та методу інструментальних змінних (*instrumental variables method*).

4. Ми можемо вважати за доцільне використання рівняння з широкою специфікацією, якщо модель є невизначеною й якщо проблеми ендогенності можна оцінити і вирішити в оцінюваному рівнянні. Корисно ввести більше структурних змінних, оскільки все більше статистичних даних щодо них стають доступними в останні роки. Це допоможе точніше оцінити коефіцієнти та інтерпретувати результати впливу низки каналів міжнародного поширення технологій на економічне зростання.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. A Case Study of Foreign Direct Investment in Central America / B. F. Larrain, L. Lopez-Calva, A. Rodriguez-Claré; Working paper № 58. Harvard : Harvard U., 2000. 24 p.
2. Keller W. International Technology Diffusion. Journal of Economic Literature. 2004. XLII. P. 752–782.
3. Brainard L. An Empirical Assessment of the Proximity-Concentration Trade-off between Multinational Sales and Trade. Amer. Econ. Rev. 1997. № 87:4. P. 520–544.

4. Coe D.T., Helpman E. International R&D Spillovers. *European Economic Review*. 1995. № 39 (5). P. 859–887.
5. Greene W.H. *Econometric analysis*; 6th Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2008. 1178 p.
6. Griliches Z., Hausman J. Errors in Variables in Panel Data. *J. Econometrics*. 1986. № 31. P. 93–118.
7. Keller W. Geographic Localization of International Technology Diffusion. *American Economic Review*. 2002. № 92. P. 120–142.
8. Productivity Convergence and Foreign Ownership at the Establishment Level / R. Griffith, S. Redding, H. Simpson. CEPR work. pap. № 3765. 2003. 24 p.
9. Keller W., Yeaple S. Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm Level Evidence from the United States. IMF work. pap. № 248. 2003. 28 p.
10. Is Learning by Exporting Important? Microdynamic Evidence from Colombia, Mexico, and Morocco / S. Clerides, S. Lach, J. Tybout. *Quart. J. Econ.* 1998. № 113. P. 903–948.
11. Eaton B., Kortum S. Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD. *Journal of International Economics*. 1996. № 40 (3–4). P. 251–278.
12. Eaton B., Kortum S. International Technology Diffusion: Theory and Measurement. *International Economic Review*. 1999. № 40 (3). P. 537–570.