



Отримано: 09 грудня 2022 р.

Прорецензовано: 20 грудня 2022 р.

Прийнято до друку: 21 грудня 2022 р.

e-mail: tanya.galetska@oa.edu.ua,

natalya.topishko@oa.edu.ua,

sergii.galetskyi@oa.edu.ua

DOI: 10.25264/2311-5149-2022-27(55)-96-103

Галецька Т. І., Топішко Н. П., Галецький С. М. Гравітаційна модель міжнародної торгівлі: витoki і сучасні підходи. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»* : науковий журнал. Острог : Вид-во НАУОА, грудень 2022. № 27(55). С. 96–103.

УДК : 339.56 : 167.7

JEL-класифікація: C33, F12

ORCID-ідентифікатор: <https://orcid.org/0000-0002-0795-008X>ORCID-ідентифікатор: <https://orcid.org/0000-0001-9823-0805>ORCID-ідентифікатор: <https://orcid.org/0000-0001-6532-3108>**Галецька Тетяна Іванівна,**

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної теорії, менеджменту і маркетингу
Національного університету «Острозька академія»

Топішко Наталія Петрівна,

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної теорії, менеджменту і маркетингу
Національного університету «Острозька академія»

Галецький Сергій Миколайович,

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної мовної комунікації
Національного університету «Острозька академія»

ГРАВІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ: ВИТОКИ І СУЧАСНІ ПІДХОДИ

У статті розглянуто історичні витoki формування гравітаційного моделювання та його використання у дослідженні інтенсивності міжнародної торгівлі. Підкреслено, що рушійні сили міжнародного обміну і пошук оптимальних шляхів політики його здійснення спираються на класичні теорії міжнародної торгівлі. Вони ґрунтуються на ліберальному підході щодо заперечення необхідності державних обмежень вільного товаропотоку між країнами з метою регулювання обсягу, структури і напрямів зовнішньої торгівлі країни. Розглянуто внесок видатних економістів у розробку теоретико-методологічних засад побудови гравітаційних моделей міжнародного обміну.

Охарактеризовано особливості їх застосування для емпіричних досліджень у сфері міжнародної торгівлі. Визначено фактори, які впливають на міжнародні торговельні потоки. Здійснено аналіз теоретико-методологічних підходів щодо формування ефективної гравітаційної моделі зовнішньої торгівлі на основі пошуку чинників, які здійснюють на неї вплив і сприяють інтенсифікації міжнародних торговельних потоків між країнами-партнерами. Показано специфіку залучення до гравітаційних моделей нових додаткових змінних.

Підкреслено, що біфуркаційні процеси, які відбуваються у сучасному глобалізованому світі, формують нові умови міжнародного обміну. Акцентовано увагу на тому, що така ситуація зумовлює необхідність подальшої розробки теоретико-методологічних засад прогнозування обсягів міжнародної торгівлі на основі виявлення причинно-наслідкових залежностей і просторово-часових зв'язків.

Ключові слова: гравітаційна модель, маса країн, відстань між країнами, міжнародні економічні відносини, міжнародний обмін, двостороння торгівля.

Tetiana Galetska,

Candidate of Economic Sciences, associate professor at the Department of Economic Theory, Management and Marketing,
The National University of Ostroh Academy

Natalia Topishko,

Candidate of Economic Sciences, associate professor at the Department of Economic Theory,
Management and Marketing, The National University of Ostroh Academy

Sergii Galetskyi,

Candidate of Pedagogic Sciences, associate professor at the Department of Business Communication,
The National University of Ostroh Academy

GRAVITY MODEL OF INTERNATIONAL TRADE: ORIGIN AND MODERN APPROACHES

The article examines the historical origins of the formation of gravity modeling and its use in the study of the intensity of international trade. It is emphasized that the driving forces of international exchange and the search for optimal policy



ways of its implementation are based on classical theories of international trade. They are based on a liberal approach to deny the need for state restrictions on the free flow of goods between countries in order to regulate the volume, structure and directions of the country's foreign trade. The contribution of outstanding economists to the development of the theoretical and methodological foundations of the construction of gravity models of international exchange is considered.

The features of their application for empirical research in the field of international trade are characterized. Factors affecting international trade flows are identified. An analysis of theoretical and methodological approaches to the formation of an effective gravity model of foreign trade was carried out based on the search for factors that influence it and contribute to the intensification of international trade flows between partner countries. The specificity of the involvement of new additional variables in gravity models is shown.

It is emphasized that the bifurcation processes taking place in the modern globalized world form new conditions of international exchange. Attention is focused on the fact that such a situation necessitates the further development of theoretical and methodological bases for forecasting the volume of international trade based on the identification of cause-and-effect dependencies and spatio-temporal relationships.

The conducted review of the history of gravity modeling, its use in studies of the international trade intensity, the contribution of prominent economists to the deepening of the theoretical and methodological foundations of the of international exchange gravity models construction showed quite wide opportunities for their further improvement based on taking into account the factors that influence the volume of bilateral trade. It was investigated that the problems are: 1) Selection of variables of the gravity model from the side of export and import for its adaptation to modern conditions of the world trade. The bifurcation processes taking place in the modern globalized world form new conditions of international exchange. 2) Gravitational models are empirical models built on liberal and neoliberal theories of international economic relations. In the conditions of globalization, a high level of interaction and interdependence of countries, the intensification of international trade flows, the movement of resources from a weaker trading partner to rich and powerful states means the flow of resources from underdeveloped and poor countries to stronger and richer ones. Gravitational models of international trade are a reflection and improvement of this process.

Keywords: gravity model, mass of countries, distance between countries, international economic relations, international exchange, bilateral trade.

Постановка проблеми. Трансформації, які відбуваються у міжнародних процесах на сучасному етапі, є масштабними, динамічними, гострими і суперечливими. На міжнародній арені спостерігаються інтеграційні та відцентрові процеси. Змінюється інфраструктура та інституалізація сучасних міжнародних економічних відносин, інтенсивність і глибина взаємодії країн у глобальних координатах. Динаміка і масштаби змін, що відбуваються у міжнародних відносинах, зумовлюють необхідність осмислення явищ і тенденцій у цій сфері.

Теоретичне обґрунтування сутності, особливостей, рушійних сил міжнародного обміну і пошук оптимальних шляхів політики його здійснення спирається на класичні теорії міжнародної торгівлі. До них належать теорія абсолютних переваг А. Сміта; відносних переваг Д. Рікардо; співвідношення факторів виробництва Хекшера-Оліна; життєвого циклу продукту, розміру та подібності країн; міжнародної конкурентоспроможності націй М. Портера тощо. Спільним для них є ліберальний підхід щодо заперечення необхідності державних обмежень вільного товаропотоку між країнами з метою зміни обсягу, структури і напрямів зовнішньої торгівлі країн.

На противагу такому ліберальному і неоліберальному підходу в теоріях меркантилізму, неомеркантилізму та теоріях залежності підкреслюється, що ліберальні принципи міжнародних економічних відносин зумовлюють перетікання ресурсів від бідних і слабозвинутих країн до багатих країн. Завдяки руху ресурсів від слабшого партнера світової економіки до багатих і сильних держав останні далі збагачуються і стають сильнішими. Тому в теоріях меркантилізму і неомеркантилізму обґрунтовується необхідність економічної і політичної експансії національних держав на основі стратегії експортоорієнтованого розвитку (export-led growth strategy), стратегічної торгівлі, практики міжнародних картелів, регіоналізації світової економіки, узгодження державної підтримки різноманітних підприємницьких груп, формування потужних фінансово-промислових груп.

Публікації, присвячені аналізу та прогнозуванню обсягів міжнародних економічних відносин (насамперед у сфері торгівлі товарами і послугами), орієнтовані, як правило, на виявлення причинно-наслідкових залежностей і просторово-часових зв'язків у цих процесах.

Однією з емпіричних моделей, які використовуються для їх прогнозування, є гравітаційна модель міжнародного обміну. Вона ґрунтується на ліберальних підходах до сутності міжнародних економічних відносин. Ця модель найбільш точно пояснює фактичні обсяги зовнішньої торгівлі, надає можливість прогнозувати обсяги торговельних потоків та інвестицій, волатильність цін, вплив монетарних союзів і зон вільної торгівлі на зовнішній сектор [1].

В якості методу економетричного аналізу зовнішньої торгівлі для визначення взаємозв'язку і взаємовпливу глобальних тенденцій виробництва та споживання з глобальними тенденціями торгівлі



гравітаційна модель використовується у дослідженнях Світового Банку, МВФ, Конференції ООН з торгівлі та розвитку.

Побудова просторових моделей міжнародної торгівлі є складною внаслідок впливу на неї чисельних позаекономічних факторів. Актуальність пошуку умов ефективної просторової взаємодії учасників міжнародних економічних відносин у сучасних умовах й зумовила наш інтерес до наведеної теми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Термін «гравітація» (вага, сила, тяжіння як властивість тіл із масою притягуватись одне до одного) застосовується в дослідженнях географів, демографів, соціологів, економістів для опису динамічних процесів змін у внутрішньому і зовнішньому середовищі. Гравітаційна модель описує соціальні та економічні просторові взаємодії між суб'єктами за аналогією гравітаційного тяжіння фізичних тіл. Використовується у вивченні торговельних взаємодій, визначенні меж ринкових зон, аналізі ринкового і демографічного потенціалу території, дослідженнях транспортно-пасажирських взаємодій [2].

Увага акцентується на географічній близькості держав, які мають торговельні зв'язки. Основними факторами інтенсивності міжнародної торгівлі між ними є розмір країн та відстань між ними. Гравітаційна модель будується на твердженні, що обсяг торгівлі між країнами прямо пропорційний економічному потенціалу (ВВП) країн-партнерів і обернено пропорційний відстані між ними. Моделюється у просторі та часі можливий результат взаємодії з врахуванням експортних та імпорتنих можливостей країн, відстані між ними, ступеня інтенсивності товарообміну, величини митних бар'єрів тощо.

У спрощеному варіанті модель має такий вигляд [3]:

$$M_{ij} = k \frac{p_i p_j}{d_{ij}^2}, \quad (1)$$

де M_{ij} – показник взаємодії між об'єктами i та j ; k – коефіцієнт відповідності; p – деяка міра значимості об'єкта мера; d_{ij}^2 – відстань між об'єктами.

Гравітаційну модель застосовували у своїх дослідженнях міжнародних економічних відносин Дж. Андерсен, С. Баер, Дж. Бгаваті, Дж. Бергшtrand, Д. Девіс, К. Енгель, С. Івнет, Дж. Ітон, Дж. Маккаллум, П. Пойхонен, С. Роуз, А. Сабраманіан, Я. Тінберген, Р. Феенстра, К. Хед, Е. Хелпман. Гравітаційні моделі міжрегіональних товарних потоків застосовували Д. Андерсон, В. Леонт'єв, А. Страут, Г. Тейл, Я. Тінберген. Серед українських науковців наведену модель розглядали О. О. Железняк, І. Маркович, І. Б. Насадюк, М. І. Скрипниченко, Н. А. Табачкова, Н. Ю. Ткачук, А. Шепотіло.

На думку науковців [4], використанню гравітаційної моделі у дослідженнях процесів міжнародного обміну сприяє те, що вона пов'язує глобальні тенденції виробництва і споживання з глобальними тенденціями торгівлі; це модель загальної рівноваги глобальної торгівлі на основі врахування впливу на неї економічних і політичних змін у сучасному світі; узгоджує теорії міжнародної торгівлі (модель порівняльних переваг Рікардо, модель Кругмана монополістичної конкуренції, модель Меліца гетерогенних фірм на глобальних ринках); є найбільш успішною емпіричною кількісною економічною моделлю; допомагає прийняти економічно обґрунтовані управлінські рішення [2]; сприяє визначенню напрямів і засобів щодо покращення національного інституціонального середовища [5].

Мета дослідження: проаналізувати теоретико-методологічні підходи щодо формування ефективної гравітаційної моделі зовнішньої торгівлі на основі пошуку чинників, які здійснюють на неї вплив і сприяють інтенсифікації міжнародних торговельних потоків між країнами-партнерами. Відповідно до мети дослідження поставлено такі **завдання:** розглянути концептуальні засади формування гравітаційної моделі; визначити фактори, які впливають на міжнародні торговельні потоки у сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу. В основу гравітаційної моделі покладено регресійний аналіз наявності зв'язку між випадковими величинами. Він дозволяє виявити залежність умовного математичного сподівання величини Y від заданого значення X :

$$m_{y/x} = \varphi(x, a, b, c, \dots), \quad (2)$$

де a, b, c, \dots – параметри рівняння регресії.

Використання певної кількісної комбінації заданого набору значень незалежних змінних для розрахунку величини Y надає можливість прогнозувати ступінь і форму зв'язку між ними (прямолінійну, криволінійну, ортогональну, параболічну, лінійну і площину регресії). Змінюючи кількість показників та враховуючи їх вагове значення, можна проаналізувати форми зв'язку між різними варіаціями ознак X і Y для прогнозування майбутнього стану цього процесу; визначити ступінь щільності зв'язку між його ознаками; виявити найбільш успішні комбінації.

Розробка гравітаційної моделі пов'язана з теоріями розміщення продуктивних сил, зокрема промисловості. Цьому сприяли дослідження американського соціолога Ф. Керрі (1858 р.), австрійського і німецького економіста, соціолога А. Шаффле (1871 р.). Ідеї гравітаційної сили в міграційних взаємодіях



між різними регіонами розробляли Е. Е. Равенстейн (1885 р.) та А. Янг (1924 р., 1959 р.). Американський вчений У. Рейлі (1929 р.) сформулював закон гравітації роздрібною торгівлі. Місто притягує своєю роздрібною торгівлею споживачів з навколишньої території з «силою», яка пропорційна розміру міста і обернено пропорційна квадрату відстані від клієнта до центра міста [2].

Удосконаленням моделі У. Рейлі стала стохастична гравітаційна модель американського економіста П. Конверса (1949 р.). Стохастична модель є ймовірнісною математичною моделлю. Умови функціонування, стан і параметри об'єкту моделювання представлено випадковими величинами. Залежності між цими стохастичними (нерегулярними) величинами є випадковими. При моделюванні застосовуються методи кореляційного, регресивного, факторного аналізу та інші статистичні методи. Модель П. Конверса давала можливість визначити точні межі ринкових зон двох конкуруючих міст (ринкових центрів). Згідно неї ймовірність відвідувань цього торгового центру жителями певного населеного пункту залежить від часу проїзду до нього та від рівня агломерації.

Наукові розробки американських науковців С. Стауфера (1940 р.), Дж. Стюарта (1947 р.) враховували демографічні аспекти просторової самоорганізації населення. У 1954 р. У. Харріс (США) розробив гравітаційну модель просторової організації ринків збуту. У 1965 р. американський дослідник Д. Рей удосконалив модель У. Харріса і запропонував модель просторової взаємодії ринкових потенціалів з урахуванням впливу фінансового капіталу [2].

На початку 60-х рр. ХХ ст. було розроблено першу гравітаційну модель міжнародної торгівлі між країнами-партнерами. Я. Тінберген (1962 р.) емпірично доводив, що інтенсивність міжнародної торгівлі (обсяг зовнішньоторговельного обороту) прямо пропорційна ВВП країн-партнерів та обернено пропорційна відстані між ними [6] (табл. 1).

У 1966 р. Х. Ліннеман доповнив модель Я. Тінбергена. Він врахував дію умов ведення міжнародної торгівлі (митних бар'єрів чи преференцій), що здійснюють вплив на обсяги торговельних потоків між країнами [6; 7]. У гравітаційній моделі Г. Тейла міжрегіональні потоки залежать від відстані [9; 2].

Таблиця 1

Класичні підходи до визначення гравітаційної моделі зовнішньої торгівлі

Автор	Рік	Вигляд гравітаційної моделі	Показники
Я. Тінберген [6]	1962	$E_{ij} = \alpha_0 Y_i^{\alpha_1} Y_j^{\alpha_2} D_{ij}^{\alpha_3}$	де E_{ij} – обсяг експорту з країни i в країну j ; Y_i – номінальний ВВП країни-експортера; Y_j – номінальний ВВП країни-імпортера; D_{ij} – відстань між країнами i та j .
Х. Ліннеман [6; 7]	1966	$E_{ij} = \alpha_0 Y_i^{\alpha_1} Y_j^{\alpha_2} N_i^{\alpha_3} N_j^{\alpha_4} D_{ij}^{\alpha_5} Y A_{ij}^{\alpha_6} P_{ij}^{\alpha_7} + \varepsilon$	де E_{ij} – вартість торговельного потоку з країни i в країну j ; α_0 – вільний член; Y_i – показники, що характеризують номінальний ВВП країни i та j ; N_i – чисельність населення країни i та j ; D_{ij} – географічна відстань між країнами i та j ; A_{ij} – оцінка фактора, що впливає на торгівлю (сприяє чи перешкоджає їй, наприклад, торговельні бар'єри); P_{ij} – торговельні преференції; ε – випадкова помилка; α_0 – коефіцієнти еластичності від окремих параметрів моделі.
Г. Тейл [9; 2]	1967	$x_{ij}^r = X_i^r \cdot Y_j^r / X^r$	де x_{ij}^r – повний потік продукту типу r з регіону i в регіон j ; X_i^r – повне виробництво продукту типу r у регіоні i ; Y_j^r – повне споживання продукту типу r в регіоні j . Величини X_i^r та Y_j^r можна інтерпретувати як «маси» продукту r , пов'язані з відправленнями і прибуттями у просторовій взаємодії між регіонами i та j .
Дж. Андерсон [10]	1979	$M_{ijk} = \alpha_k Y_i^{\beta k} Y_j^{\gamma k} N_i^{\xi k} N_j^{\eta k} d_{ij}^{\mu k} U_{ij}$	де M_{ijk} – вартість торговельного потоку з країни i в країну j ; α_0 – вільний член; Y_i – показники, що характеризують номінальний ВВП країни i та j ; N_i – чисельність населення країни i та j ; D_{ij} – географічна відстань між країнами i та j ; A_{ij} – оцінка фактора, що впливає на торгівлю (сприяє чи перешкоджає їй, наприклад, торговельні бар'єри); P_{ij} – торговельні преференції; ε – випадкова помилка; α_0 – коефіцієнти еластичності від окремих параметрів моделі.
Д. Бергш-гранд [13; 2]	1985	$T = \frac{A(\text{ВВП}_1 \times \text{ВВП}_2)^k}{d^m}$	де T – товарооборот; d – відстань між столицями країн, A , k та m – константи (параметри моделі).



О. Шепотило [18; 19]	2010	$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y} \times \left(\frac{\tau_{ij}}{p_i \Omega_i} \right)^{1-\sigma}$	<p>де X_{ij} – експорт у доларах США з країни i (експортера) до країни j (імпортера); X_i – виробнича потужність країни-експортера (ВВП); E_j – розмір споживчого ринку країни-імпортера (витрати в грошовому вираженні); Y – світовий ВВП; σ – еластичність заміщення між різними товарами, зокрема між місцевими та імпортованими товарами. Вона вимірює, наскільки попит на імпортовані товари зменшиться у відсотковому відношенні, якщо його ціна зросте на 1 %. У емпіричних моделях її величина складає близько 4–5; τ_{ij} – торгові витрати між експортером та імпортером (транспортні витрати, витрати на перетин кордону, оплату тарифів, задоволення нетарифних вимог у країнах-імпортерах, оплату страхових послуг); P_j та Ω_i – це «цінові індекси», які охоплюють всю релевантну (це міра відповідності результатів пошуку поставленому завданню) інформацію про стан усіх країн світової економіки, їх географічну позицію відносно один одного, всі торгові витрати між усіма країнами, виробництво та витрати у всіх країнах. Ці цифри об'єднують всю релевантну інформацію про глобальну торговельну рівновагу. Ці дві цифри називають багатостороннім опором імпорту та експорту.</p>
А. Шолом, Н. Казакова [5]	2019	<p>На основі Індексу економічної свободи:</p> $\ln Trade = a_0 + a_1 \ln GDP_i + a_2 \ln GDP_j + a_3 \ln D_{ij} + a_4 Vol_{ij} + \sum_1^{12} b_k Inst_i^k + \sum_1^{12} b_k Inst_j^k + a_5 WTO_{ij} + a_6 RTA_{ij}$ <p>На основі Індексу глобальної конкурентоспроможності:</p> $\ln Trade = a_0 + a_1 \ln GDP_i + a_2 \ln GDP_j + a_3 \ln D_{ij} + a_6 Vol_{ij} + a_7 GCI_i + a_8 GCI_j + a_9 WTO_{ij} + a_{10} RTA_{ij}$ <p>На основі Індикаторів управління Світового банку:</p> $\ln Trade = a_0 + a_1 \ln GDP_i + a_2 \ln GDP_j + a_3 \ln D_{ij} + a_4 Vol_{ij} + \sum_1^6 b_k WCI_i^k + \sum_1^6 b_k WCI_j^k + a_5 WTO_{ij} + a_6 RTA_{ij}$	<p>розмір ринку країни i (GDP$_i$); розмір ринку країни j (GDP$_j$); відстань між двома країнами (D_{ij}); двостороння волатильність обмінного курсу (VOL$_{ij}$); національне інституційне середовище країни i; національне інституційне середовище країни j; членство країн i та j у СОТ (WTO$_{ij}$); членство країн i та j у одному РТУ (RTA$_{ij}$) (Регіональне Митне Управління). Якщо обидві країни є членами СОТ, то WTO$_{ij}$ є фіктивною змінною, яка дорівнює 1. Якщо ці країни належать до однієї регіональної торговельної угоди, то RTA$_{ij}$ також є фіктивною змінною, яка дорівнює 1.</p>

Джерело: складено авторами на основі [2; 5; 6; 7; 9; 10; 13; 18; 19].

При побудові гравітаційної моделі міжнародної торгівлі Д. Андерсон (1979 р., 2003 р.) використав виробничу функцію Кобба-Дугласа і гравітаційну модель з одиничною еластичністю для коефіцієнтів ВВП [10; 11]. У 2008 р. Дж. Андерсон [12] застосував гравітаційне моделювання для оцінки впливу на міжнародну торгівлю інституціонального середовища країн-партнерів. В якості таких факторів він розглядав розвиток інституцій, доступ до інформації, недосконале виконання контрактів, ризику та недиверсифіковані ризику [5].

Модель Д. Бергштранда (1985 р.) побудовано на засадах теореми Хекшера-Оліна [13]. Метою моделювання є визначення ступеня впливу відстані між країнами на обсяги зростання зовнішньоторговельного обороту і ВВП [2]. Модель Д. Бергштранда застосовується для оцінки експорту та імпорту товарів за величиною номінального ВВП, чисельності населення і відстані.

У 2003 р. Д. Андерсон та Е. ван Вінкуп ввели у гравітаційну модель міжнародної торгівлі змінну багатостороннього опору (середній для двох регіонів бар'єр у торгівлі з іншими країнами). Зростання цього бар'єру зумовлює більш тісну співпрацю між наведеними регіонами. Тому діяльність ВТО є важливою щодо регулювання правил міжнародної торгівлі.

Глобалізація світу зумовила нові тенденції економічної діяльності. Змінюється зміст економічних категорій «місце розташування» та «економічний простір». Формується нова економічна географія. Розробляються нові теорії та моделі міжнародного обміну. У 2008 р. П. Кругман отримав Нобелівську премію за внесок у дослідження структури торгівлі і розміщення центрів економічної активності.



Гравітаційна модель П. Кругмана і Е. Хелпмана показує взаємозв'язок між структурою ринку і обсягом торгівлі в умовах монополістичної конкуренції. Рівновага цін в умовах зростання віддачі від масштабу і монополії кожної фірми на ринку, яким вона володіє, визначається вільним доступом інших фірм на ринок.

Вона стала основою для «нової економічної географії» П. Кругмана та його моделі міжнародних відносин під назвою «центр-периферія». У ній відображено поділ регіонів на високотехнологічні «основні зони» та менш розвинену «периферію» [14]. Модель дозволяє оцінити вплив чинників, що визначають рівновагу локальної і глобальної економічної активності [15].

Уточнення моделі П. Кругмана і Е. Хелпмана зроблено у наукових доробках Д. Ітона і С. Кортума [16]. У гравітаційних моделях міжнародного обміну факторами, які визначають інтенсивність міжнародної торгівлі, є обсяг ВВП, рівень інфляції в країнах-партнерах, відстань між ними, ВВП на душу населення. Наприкінці ХХ – початку ХХІ ст. також стали враховувати витрати виробництва, витрати виробничих факторів та їх мобільність, розмір і доступність ринків, особливості структури конкуренції на регіональних ринках; якість та розмір ринку праці тощо [17].

О. Шепотило представляє модель, яка пояснює вплив інших країн на двосторонню торгівлю (табл. 1) [18; 19].

На думку вчених, гравітаційні моделі мають ряд недоліків, а саме [2]: трудоємний збір великого обсягу інформації для розрахунку коефіцієнтів моделі; значення коефіцієнтів є неоднаковим для різних видів суспільної діяльності, країн із властивими для них культурно-історичними цінностями; як правило, простір взаємодії суб'єктів взаємовідносин розглядається як ізотропний (незалежний від напрямку); труднощі із врахуванням динамічності факторів взаємодії; базовим чинником моделі є відстань між країнами-партнерами міжнародних відносин. У сучасних умовах варто відстань оцінювати у грошовому еквіваленті, який потрібен для її подолання; використовується, як правило, математичний апарат лінійного програмування. Проте сучасним суспільно-економічним процесам властива невизначеність, дискретність (перервність), нелінійність (зміна) динаміки.

Удосконалення гравітаційного моделювання двосторонньої торгівлі пов'язане із розробкою системи індикаторів щодо визначення якості середовища міжнародних зв'язків. Базові гравітаційні моделі доповнюються кількісними і якісними змінними. Серед них оцінка розмірів ринків країн-партнерів міжнародного обміну, врахування історичних зв'язків між ними та культурних відмінностей, оцінка впливу інституціонального середовища (формальних та неформальних правил), глобальної інституціоналізації в рамках СОТ тощо. Однак визначити якісний вплив на зовнішню торгівлю країн таких складних структур, як інституції, важко.

Разом з тим інституційні зміни визначають ефективність, обсяг і географічний розподіл торговельних потоків. У 1992 р. таку якісну оцінку спробував зробити А. Грейф [20].

При побудові гравітаційної моделі із врахуванням впливу на двосторонню торгівлю країн інституціональних змін українські вчені А. С. Шолом та Н. А. Казакова (табл. 1) виходять із того, що торгівля між країнами i та j вимірюється як натуральний логарифм експорту країни i з країни j . Розмір ринку країни i та j вимірюється як натуральний логарифм реального ВВП на душу населення країни за ПКС. Змінна D_{ij} характеризує відстань між двома столицями і на цій основі відображає культурні відмінності та історичні зв'язки між країнами. Двостороння волатильність обмінного курсу розраховувалася як стандартне відхилення відношення місячного обмінного курсу до його середньорічного показника [5].

Науковці прагнуть розширити склад змінних гравітаційної моделі. Для цього застосовують різноманітні індекси глобалізації. Так, А. С. Шолом та Н. А. Казакова [5] при моделюванні впливу глобальної інституціоналізації в рамках СОТ на обсяг зовнішньоторговельних потоків України методом гравітаційного моделювання в якості інституційних змін серед чисельних індексів глобалізації обрали індекс економічної свободи (Heritage Foundation's Index of Economic Freedom); індекс глобальної конкурентоспроможності (Global Competitiveness Index of the World Economic Forum); індикатори управління Світового банку (World Bank Governance Indicators).

Результати моделювання А. С. Шолом та Н. А. Казакової показали, що національне інституційне середовище України реформувалося лише формально і не відповідає стандартам ЄС. Тому не впливає на зростання експорту країни.

Висновки. Огляд історії гравітаційного моделювання, його використання у дослідженнях інтенсивності міжнародної торгівлі, внеску видатних економістів у поглиблення теоретико-методологічних засад побудови гравітаційних моделей міжнародного обміну показав досить широкі можливості для подальшого їх удосконалення на основі врахування чинників, які здійснюють вплив на обсяг двосторонньої торгівлі. Проблемами є: 1. Вибір змінних гравітаційної моделі з боку експорту та імпорту для її адаптації



до сучасних умов світової торгівлі. Біфуркаційні процеси, які відбуваються у сучасному глобалізованому світі, формують нові умови міжнародного обміну. 2. Гравітаційні моделі є емпіричними моделями, побудованими на ліберальних і неоліберальних теоріях міжнародних економічних відносин. В умовах глобалізації, високого рівня взаємодії та взаємозалежності країн, інтенсифікації міжнародних торговельних потоків рух ресурсів від слабшого торговельного партнера до багатих і сильних держав означає перетікання ресурсів від слаборозвинутих і бідних країн до сильніших і багатих. Гравітаційні моделі міжнародної торгівлі є відображенням і удосконаленням цього процесу.

Література:

1. Насадюк І. Б. Гравітаційна модель міжнародних економічних відносин України. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2012. Вип. 1. С. 94.
2. Nasadyuk, I. B. (2012). Hravitatsiynna model' mizhnarodnykh ekonomichnykh vidnosyn Ukrayiny [Gravity model of international economic relations of Ukraine]. *Visnyk sotsial'no-ekonomichnykh doslidzhen'* [Herald of socio-economic research], Vyp. 1, 94. [in Ukrainian].
3. Железняк О. О. Використання гравітаційних моделей в економічних дослідженнях. *Актуальні проблеми економіки*. 2011. № 11 (125). С. 269–278.
4. Zheleznyak, O. O. (2011). Vykorystannya hravitatsiynykh modeley v ekonomichnykh doslidzhennyakh [The use of gravity models in economic research]. *Aktual'ni problemy ekonomiky* [Actual problems of the economy], No. 11 (125), 269–278. [in Ukrainian].
5. Гравітаційна модель зовнішньої торгівлі. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата звернення: 03.01.2023).
6. Hravitatsiynna model' zovnishn'oyi torhivli [Gravity model of foreign trade]. URL: <https://ru.wikipedia.org> (2023, January, 3). [in Ukrainian].
7. Шепотило О. Нотатки про гравітаційну модель. 2019. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2019/09/gravity.pdf> (дата звернення: 03.01.2023).
8. Shepotylo, O. (2019). Notatky pro hravitatsiynu model' [Notes on the gravitational model]. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2019/09/gravity.pdf> (2023, January, 3). [in Ukrainian].
9. Шолом А. С., Казакова Н. А. Глобальна інституціоналізація в межах СОТ як чинник зростання зовнішньої торгівлі України. *Бізнес Інформ*. 2019. № 4. С. 48–54.
10. Sholom, A. S., Kazakova, N. A. (2019). Hlobal'na instytutsionalizatsiya v mezhakh SOT yak chynnyk zrostannya zovnishn'oyi torhivli Ukrayiny [Global institutionalization within the WTO as a factor in the growth of Ukraine's foreign trade]. *Biznes Inform* [Business Inform], № 4, 48–54. [in Ukrainian].
11. Маркович І. Гравітаційні моделі в процесах дослідження економічної відстані між країнами. 2020. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33004/2/FMZKPNES_2020_Markovych_I-Gravity_models_in_the_processes_19-21.pdf (дата звернення: 04.01.2023).
12. Markovych, I. (2020). Hravitatsiynni modeli v protsesakh doslidzhennya ekonomichnoyi vidstani mizh krayinamy [Gravity models in the processes of research of economic distance between countries gravity models in the processes of research of economic distance between countries]. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33004/2/FMZKPNES_2020_Markovych_I-Gravity_models_in_the_processes_19-21.pdf (2023, January, 4). [in Ukrainian].
13. Linneman, H. (1966). An econometric study of world trade flows. North Holland Publishing, Amsterdam.
14. Linnemann, H. (1967). Econometric Study of International Trade Flows. *The Economic Journal*, Vol. 77, Working Paper no 306, 366–368.
15. Theil, H. (1967). *Economic and Information Theory*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, Vol. 7, 488 p.
16. Anderson, J. E. (1979). A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *American Economic Review*, № 69 (1), 106–116.
17. Anderson, J. E., E. van Wincoop. (2003). Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American Economic Review*, № 93 (1), 170–192.
18. Anderson, J. E. (2008). Trade and Informal Institutions. *Handbook of International Trade: Economic and Legal Analysis of Laws and Institutions*. Oxford : Blackwell Publishing, 2008, 279–293.
19. Bergstrand, J. A. (1985). Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *American Economic Review*, № 1, 69–75.
20. Krugman, P. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, Vol. 99, № 3, 483–499.
21. Ліфанова М. Ключові положення «нової економічної географії» Пола Кругмана. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/17855/1/85-87.pdf> (дата звернення: 05.01.2023).
22. Lifanova, M. Key provisions of Paul Krugman's «new economic geography». URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/17855/1/85-87.pdf>. (2023, January, 5). [in Ukrainian].
23. Eaton, J., Kortum, S. (1997). Technology and bilateral trade. *NBER Working Paper, National Bureau of Economic Research*, № 62, 53.
24. Беслекоєва М. Новая экономическая география как основное направление пространственной экономики на современном этапе. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38741> (дата звернення: 03.01.2023).



Beslekojeva, M. New economic geography as the main direction of the spatial economy at the present stage. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38741>. (2023, January, 3). [in Russian].

18. Шепотило О. Нотатки про гравітаційну модель. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2019/09/gravity.pdf> (дата звернення: 03.01.2023).

Shepotylo, O. Notes on the gravitational model. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2019/09/gravity.pdf> (2023, January, 3). [in Ukrainian].

19. Shepotylo, A. (2010). Gravity Model of Net Benefits of EU Membership : The Case of Ukraine. *Journal of Economic Integration*, 25 (4).

20. Greif, A. (1992). Institutions and International Trade: Lessons from the Commercial Revolution. *The American Economic Review*, Vol. 82, No. 2, 128–133.