

Виявлення закономірностей динаміки технологічного розвитку країн в умовах воєнного конфлікту

О. В. Прокопенко, О. І. Безлюдний, В. А. Омеляненко,
М. А. Слатвінський, Н. В. Білошкурська, М. В. Білошкурський

Проведено порівняльну оцінку динаміки технологічного розвитку України та Російської Федерації за 2014–2019 рр. в умовах російсько-українського конфлікту. Запропоновано та апробовано методику макроекономічної оцінки економічних втрат конфліктуючих сторін внаслідок сповільнення їх технологічного розвитку під впливом мілітаризації, на основі параметра технологічного прогресу виробничої функції Солоу-Тінбертена. Обґрунтовано, що у ході російсько-української війни, починаючи з 2015 року (параметр технологічного прогресу від'ємний), відбулося згортання технологічного розвитку Російської Федерації та перехід економіки на екстенсивну основу. В Україні виявлене погіршення технологічного розвитку через зменшення значень параметра технологічного прогресу упродовж 2014–2019 рр. Доведено, що економічний спад агресора є гіршим, порівняно з країною-жертвою, але відносні втрати валового внутрішнього продукту (ВВП) унаслідок згортання технологічного розвитку, спричиненого війною, значно менші. У випадку Російської Федерації як країни-агресора обґрунтовано, що основним каталізатором економічного спаду було згортання участі реального сектора економіки у міжнародному трансфері технологій під впливом міжнародних економічних санкцій. У випадку України як країни-жертви воєнної інтервенції обґрунтовано, що заміщення міжнародного партнерства у сфері технологічного співробітництва забезпечило сповільнення економічного спаду.

Результати розробки методичного забезпечення процесу оцінки втрат ВВП сторін воєнного конфлікту є універсальними для використання у міжнародних порівняннях. Актуальними є запропоновані методи в оцінці технологічного розвитку країн, що перебувають або перебували у стані воєнного протистояння, що значно розширює базу для майбутніх досліджень авторів.

Ключові слова: виробнича функція, технологічний прогрес, технологічний розвиток, економічні втрати, воєнний конфлікт.

1. Вступ

Починаючи з промислового перевороту у Великобританії (кінець XVIII–початок XIX ст.), роль технологічного прогресу в економічному зростанні стає все більш значимою. З того часу позиції країни у світовій економіці та її політична вага у світі багато в чому базуються саме на інноваційно-технологічних перевагах. Під поняттям «технологія» розуміють ресурс, що має економічну цінність і може дати країні політичні й технологічні переваги, а також стає новим фактором національної безпеки. Практика розвинених країн показує, що

технології стають вирішальним фактором соціально-економічного розвитку, фактором якості життя, областю стратегічних інтересів, об'єктом міжнародної політики. При цьому технології та їх міжнародний трансфер в рамках моделей співробітництва знаходяться під впливом політичного фактору. Відтак країни, що намагаються скоротити технологічний розрив, створюють умови для взаємодії з іншими через міжнародне інноваційно-технологічне співробітництво і механізми трансферу технологій, що в свою чергу призводить до технологічної взаємозалежності між ними.

Українська економіка, починаючи з другої половини ХХ ст., характеризувалася високим рівнем історично сформованих виробничих, коопераційних і технологічних зв'язків з Росією. Проте, починаючи з 20 лютого 2014 року (дата анексії Автономної Республіки Крим), економіка України розвивається в умовах російської інтервенції, що створює суттєві перешкоди для її реального зростання. Зрозуміло, що Україна, як країна-жертва, несе абсолютні втрати економічного потенціалу тимчасово окупованих територій в умовах мілітаризації та ведення безпосередніх воєнних дій. Можна припустити, що витрати агресора на війну є неспівставними з одержуваними економічними вигодами.

Актуальність досліджень полягає в тому, що реалізовано спробу макроекономічної оцінки впливу факторів сповільнення технологічного прогресу та згортання процесів міжнародного трансферу технологій й інноваційно-технологічного співробітництва на економічний розвиток сторін воєнного конфлікту. Також актуалізовано проблему оцінки рівня абсолютних втрат ВВП країн внаслідок погіршення їх технологічного розвитку в умовах воєнного конфлікту. Все це забезпечить виокремлення технологічної складової економічного розвитку країни-жертви воєнної агресії для розробки дієвих заходів протистояння агресору.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

У дослідженні [1] відзначено, що глобалізація інновацій не означає змагання між державами: вона ускладнює вплив держави на прибуток від інновацій, однак не утримує країни від спроб регулювання. Показано, що країни можуть стати більш успішними у випадку кооперації, а не конкуренції. Адже, незалежно від політичних аспектів, держави все більше кооперуються навіть у тому випадку, якщо вони змагаються, щоб зайняти певну економічну нішу. Зазначений принцип успішно діє в контексті геополітики і тому закономірно може бути спроектований і на глобальну інноваційну політику. Також припускаємо, що інноваційна кооперація є потужним фактором технологічного розвитку країн, які перебувають у стані війни. Так, огляд останніх досліджень і публікацій з проблеми впливу війни 2014 року на технологічний розвиток і процеси трансферу технологій України та Російської Федерації розділимо на 2 напрями:

- 1) наукові праці, присвячені аналізу причин і наслідків російсько-української війни, у тому числі економічних;

- 2) наукові дослідження особливостей технологічного розвитку країн.

В рамках першого напрямку досліджень слід виокремити праці [2–11].

Робота [2] присвячена причинам т. з. «ефекту заміщення» (displacement effect), коли уряди нарощують державні витрати під час війни, а в мирний час не скорочують їх до довоєнного рівня. Стосовно російсько-української війни, в роботі [3] доведено, що економічна війна стала постійною незмінною складовою двосторонніх російсько-українськи відносин, незалежно від політичної кон'юнктури. При цьому аналіз впливу міжнародних економічних санкцій на Російську Федерацію та Україну проведено у [4]. Натомість, як й у статті [5], йдеться про недієвість економічних санкцій 2014-2016 рр., оскільки відбувалося порушення Росією міжнародних норм права і розширення участі в інших воєнних конфліктах. У статті [6] обґрунтовується вторгнення Росії через дефіцит ресурсів у військово-промисловій сфері, поповнення якого відбувається через контроль українських ресурсів. Розрахунок економічних втрат України внаслідок воєнної інтервенції проведено у роботі [7]. У статті [8] доведено, що в Україні відбулося зниження фінансового добробуту населення поряд із погіршенням стану здоров'я на всій території, а в Росії – лише в прикордонному регіоні. Методичні і прикладні засади аналізу безпекового аспекту «гібридних воєн» Росії проти України, у тому числі проти Грузії, досліджено у [9–11].

В рамках другого напряму досліджень слід виокремити праці [12–18].

У роботі [12] досліджено деякі розширення неокласичних моделей зростання з урахуванням неоднорідності розвитку та еволюції технологічного прогресу в часі. Доповненням до цього є праця [13], в якій на основі Байєсівського підходу оцінено параметри нормалізованої виробничої функції з постійною еластичністю заміщення (CES) для Фінляндії з урахуванням фактору «капіталоємного технологічного прогресу» (capital-augmenting technological progress). Доведено також справедливість використання моделі CES на мікрорівні [14]. У статті [15] проведено статистичний аналіз зв'язку між первинною і подвійною загальною факторною продуктивністю (primal and dual Total Factor Productivity (TFP) на базі середніх промислових малайзійських підприємств для дослідження впливу технічного прогресу. У роботі [16] проведено оцінку ролі технологічного прогресу в структурі сукупного виробництва для визначення реального обмінного курсу. Вивченню доцільності та оптимальності початкового капіталу в моделі “Ramsey vintage capital model” з урахуванням рівня технологічного прогресу присвячена праця [17]. Важливим також є дослідження базових проблем технологічного прогресу в умовах обмеженості природних ресурсів [18]. Проте, охарактеризовані наукові праці стосуються виключно технологічного розвитку суб'єктів економіки, які не перебувають в умовах воєнного конфлікту.

Все це дає підстави констатувати відсутність досліджень, у яких було б поєднано аналіз технологічного розвитку сторін воєнних конфліктів та їх макроекономічна оцінка. У зв'язку з цим поза увагою вчених залишається проблема оцінки економічних втрат конфліктуючих сторін внаслідок сповільнення технологічного розвитку в умовах російсько-української війни, розпочатої у 2014 році. Вирішенню саме цієї актуальної проблеми присвячене пропонуване дослідження.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження полягає в ідентифікації основних закономірностей динаміки технологічного розвитку України та Російської Федерації за 2014–2019 рр. у період російсько-українського воєнного конфлікту.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розрахувати параметр технологічного прогресу для України та Російської Федерації шляхом моделювання виробничої функції Solow-Tinbergen і відобразити його динаміку;
- оцінити обсяги втрат ВВП конфлікуючих сторін через погіршення технологічного розвитку внаслідок російсько-української війни у 2014–2019 рр.

4. Матеріали та методи дослідження

Технологічний прогрес є об'єктивним чинником макроекономічного розвитку країни на інноваційних засадах [19]. Базові ж методологічні основи оцінки технологічного розвитку закладено у працях [20–24].

Предметом дослідження визначено тенденції технологічного розвитку та їх вплив на динаміку ВВП сторін російсько-українського конфлікту.

Дослідження закономірностей технологічного розвитку країн-учасниць воєнного конфлікту проводилося з додержанням ряду вимог. По-перше, воно базувалося на реальних (офіційних) статистичних даних, наявних у публічному доступі. По-друге, воно охопило значний часовий лаг і відобразило реальну динаміку. По-третє, об'єкт оцінки одночасно є суб'єктом технологічного розвитку [25–27].

Для виявлення закономірностей технологічного розвитку країн у контексті воєнного конфлікту використано модель динамічної мультиплікативної виробничої функції виду:

$$GDP = A GFCF^\alpha NE^{(1-\alpha)} e^{\lambda t}, \quad (1)$$

де GDP – ланцюговий індекс росту ВВП країни у фактичних цінах (відношення значення показника поточного року до показника попереднього року) – результуюча ознака;

$GFCF$ – ланцюговий індекс росту валового нагромадження основного капіталу – фактор фізичного капіталу;

NE – ланцюговий індекс росту чисельності всього зайнятого населення – фактор людського капіталу;

A – вільний член (числове значення GDP при рівності решти параметрів 0);

α – коефіцієнт еластичності ВВП за фактором фізичного капіталу (на скільки % збільшиться GDP при зростанні $GFCF$ на 1 %);

$(1-\alpha)$ – коефіцієнт еластичності ВВП за фактором людського капіталу (на скільки % збільшиться GDP при зростанні NE на 1 %);

λ – параметр технологічного прогресу – коефіцієнт еластичності GDP за технологічним прогресом;

t – порядковий номер року – фактор технологічного прогресу;

e – число Ейлера, основа натурального логарифму [20, 23].

Використання моделі мультиплікативної виробничої функції Solow-Tinbergen обумовлене її відповідністю поставленим вимогам до дослідження закономірностей технологічного розвитку країн-учасниць воєнного конфлікту. Головна перевага пропонованої моделі в тому, що на основі публічно відкритих даних можливо розрахувати параметр технологічного прогресу – коефіцієнт еластичності ВВП за технологічним прогресом – дуже важливий показник, який показує, чи відповідає технологічний розвиток країни поступу технологічного прогресу, чи відстає від нього.

Отже, з метою виявлення закономірностей динаміки технологічного розвитку сторін воєнного конфлікту застосовано методичний апарат виробничої функції Solow-Tinbergen для одержання параметра технологічного прогресу. Врахування цього показника дозволило оцінити обсяг втрат (або вигод) внаслідок погіршення (або покращення) технологічного розвитку і розриву технологічних зв'язків ворогуючих сторін в умовах воєнного протистояння. При цьому вплив інших факторів до уваги не брався, оскільки не є предметом дослідження.

У формулі (1) найбільш прийнятним для оцінки втрат або приросту ВВП країни під впливом технологічного прогресу, є множник $e^{\lambda t}$, що відображає вплив технологічного прогресу на поточну динаміку ВВП за 3 напрямками:

1) $\lambda=0$, тоді $e^{\lambda t}=1$, а формула (1) набуває вигляду двофакторної мультиплікативної виробничої функції Cobb-Douglas [28]. Вплив технологічного прогресу є нейтральним, тобто в економіці відбувається просте відтворення, оскільки виробнича функція Cobb-Douglas характеризується постійною віддачею від масштабу виробництва. Тобто одночасне збільшення обсягів факторів фізичного і людського капіталу на 1 % спричиняє зростання обсягу ВВП на 1 %;

2) $\lambda<0$, то $e^{\lambda t}<1$, характеризує ситуацію відставання економіки від технологічного прогресу, у зв'язку з чим країна несе втрати $(100e^{\lambda t}-100)$ % ВВП. Відповідно, сумарне зростання факторів фізичного і людського капіталу на 1 % спричиняє збільшення ВВП, менше, ніж 1 %, можна вести мову про екстенсивний характер економічного розвитку;

3) $\lambda>0$, то $e^{\lambda t}>1$, це означає, що через відповідність економіки технологічному прогресу країна одержує додатковий приріст $(100e^{\lambda t}-100)$ % ВВП. Відповідно, одночасне зростання факторів фізичного і людського капіталу на 1 % спричиняє збільшення ВВП, більше, ніж 1 %. Тому можна вести мову про інтенсивний характер економічного розвитку і розширене відтворення в економіці.

Для подальшого використання формулу (1) варто записати в логарифмічній формі:

$$\ln GDP = \ln A + \alpha \ln GFCF + (1 - \alpha) \ln NE + \lambda t. \quad (2)$$

Здійснивши ряд алгебраїчних перетворень, виробничу функцію Solow-Tinbergen записуємо наступним чином [29]:

$$\ln GDP - \ln NE = \ln A + \alpha (\ln GFCF - \ln NE) + \lambda t. \quad (3)$$

Виходячи з наведених формул (1)–(3), у табл. 1, сформовано вихідні дані для сторін російсько-української війни – України як країни-жертви та Російської Федерації як країни-агресора за даними World Bank [30].

Таблиця 1

Вихідні дані моделювання виробничої функції Solow-Tinbergen для України та Російської Федерації за 1991–2019 рр.

Рік	ВВП у фактичних цінах (<i>GDP</i>), млн. дол. США		Валове нагромадження основного капіталу (<i>GFCF</i>), млн. дол. США		Чисельність всього зайнятого населення (<i>NE</i>), тисяч осіб	
	Україна	Російська Федерація	Україна	Російська Федерація	Україна	Російська Федерація
1991	77,464.6	517,963.0	15,521.9	120,518.5	30,676.7	93,203.4
1992	73,942.2	460,290.6	20,066.6	110,169.5	30,632.1	92,867.6
1993	65,648.6	435,083.7	15,946.7	88,711.3	30,519.6	89,545.9
1994	52,549.6	395,077.3	12,367.5	86,169.9	30,390.6	84,683.0
1995	48,213.9	395,537.2	11,224.3	83,370.3	29,073.3	82,634.9
1996	44,558.1	391,724.9	9,232.6	78,351.8	27,849.0	80,865.8
1997	50,150.4	404,929.0	9,946.3	74,070.9	26,813.6	76,941.1
1998	41,883.2	270,955.5	8,204.1	43,760.9	25,460.9	74,393.6
1999	31,580.6	195,907.1	6,084.3	28,184.4	24,620.4	78,383.0
2000	31,261.5	259,710.1	6,144.4	43,796.7	24,738.2	80,280.8
2001	37,972.3	306,602.1	7,096.3	57,912.2	24,225.1	79,675.4
2002	42,351.6	345,470.5	7,704.7	61,859.6	24,146.1	81,011.3
2003	50,084.2	430,347.8	9,791.1	79,248.7	24,138.8	79,888.0
2004	64,819.7	591,016.7	13,870.5	108,660.2	23,962.6	80,473.1
2005	86,057.9	764,017.1	17,937.8	135,654.3	24,092.4	81,225.9
2006	107,648.0	989,930.5	25,132.5	183,170.9	23,964.2	81,355.2
2007	142,580.0	1,299,705.8	37,235.8	272,876.5	23,900.7	83,244.0
2008	179,817.0	1,660,846.4	45,025.6	370,210.3	23,759.6	83,604.2
2009	117,113.0	1,222,644.3	20,399.0	268,922.3	23,064.4	81,817.4
2010	136,013.0	1,524,917.5	23,169.9	329,769.3	23,185.8	82,629.8
2011	163,160.0	2,045,925.6	28,792.0	436,225.2	23,273.1	83,765.1
2012	175,781.0	2,208,295.8	33,386.9	476,134.7	23,175.1	84,894.3
2013	183,310.0	2,292,473.2	30,908.8	502,972.9	23,491.3	84,908.8
2014	133,503.0	2,059,242.0	18,872.1	441,031.6	22,350.9	85,414.5
2015	91,031.0	1,363,481.1	12,333.5	281,034.6	22,458.7	85,218.9
2016	93,356.0	1,276,787.0	14,429.4	279,377.4	22,248.5	85,570.5
2017	112,190.0	1,574,199.4	17,683.7	346,042.7	22,104.9	85,373.0
2018	130,902.0	1,669,583.1	23,098.7	339,780.5	22,134.1	85,578.6
2019	153,781.0	1,699,876.6	27,710.2	357,047.0	21,900.1	85,134.2

Дані, наведені у табл. 1, є публічними, наявними у вільному доступі, зведені за 1991–2019 рр., а досліджувані країни є суб'єктами технологічного роз-

витку. Саме тому ці дані використано в моделюванні виробничої функції Solow-Tinbergen для одержання параметра технологічного прогресу.

5. Результати макроекономічної оцінки динаміки технологічного розвитку України та Російської Федерації в умовах воєнного протистояння

З даних табл. 1 видно, що упродовж 1991–2019 рр. за динамікою досліджуваних показників Російська Федерація перевищила Україну. Так, ВВП (у фактичних цінах) в Україні зріс у 2 рази, а в Російській Федерації – у 3.3 рази. Приріст валового нагромадження основного капіталу склав відповідно +80 % (Україна) і +196 % (Російська Федерація). Загальна чисельність зайнятого населення в Україні скоротилася на –29 %, а в Російській Федерації – на –9 %.

При цьому, обсяг ВВП (у фактичних цінах) України у 2019 році в 11 разів менший, ніж обсяг ВВП Російської Федерації, а продуктивність праці зайнятого населення за показником ВВП/особа (ефективність використання людського капіталу) у 2.8 рази нижча. Показник капіталовіддачі або ефективності використання фізичного капіталу (відношення ВВП до валового нагромадження основного капіталу) України на 15 % більший, порівняно з Російською Федерацією. У табл. 2 проаналізовано динаміку показників ефективності розвитку досліджуваних країн у період російсько-української війни з урахуванням технологічної складової за даними World Bank [30].

Таблиця 2

Динаміка показників ефективності використання фізичного і людського капіталу, інновацій в Україні та Російській Федерації за 2013–2019 рр.

Рік	Ефективність використання фізичного капіталу		Ефективність використання людського капіталу, дол. США/особа		Частка витрат на інноваційну діяльність у ВВП, %	
	Україна	Російська Федерація	Україна	Російська Федерація	Україна	Російська Федерація
2013	5.93	4.56	1.32	5.92	0.67	1.52
2014	7.07	4.67	0.84	5.16	0.60	1.53
2015	7.38	4.85	0.55	3.30	0.55	1.44
2016	6.47	4.57	0.65	3.26	0.48	1.50
2017	6.34	4.55	0.80	4.05	0.45	1.53
2018	5.67	4.91	1.04	3.97	0.47	1.42
2019	5.26	4.64	1.44	5.61	0.43	1.79

Дані табл. 2 відобразили різновекторну динаміку показників ефективності України та Російської Федерації у період російсько-української війни, порівняно з передвоєнним 2013 роком. При цьому максимальний розрив ефективності використання фізичного капіталу (1.5:1) та ефективності використання людського капіталу (1:6) між Україною та Російською Федерацією зафіксовано у 2015–2016 рр. Частка витрат на інноваційну діяльність у ВВП критично низька в обох країнах. Порівняльна динаміка ВВП у досліджуваних країнах була співставною (рис. 1).

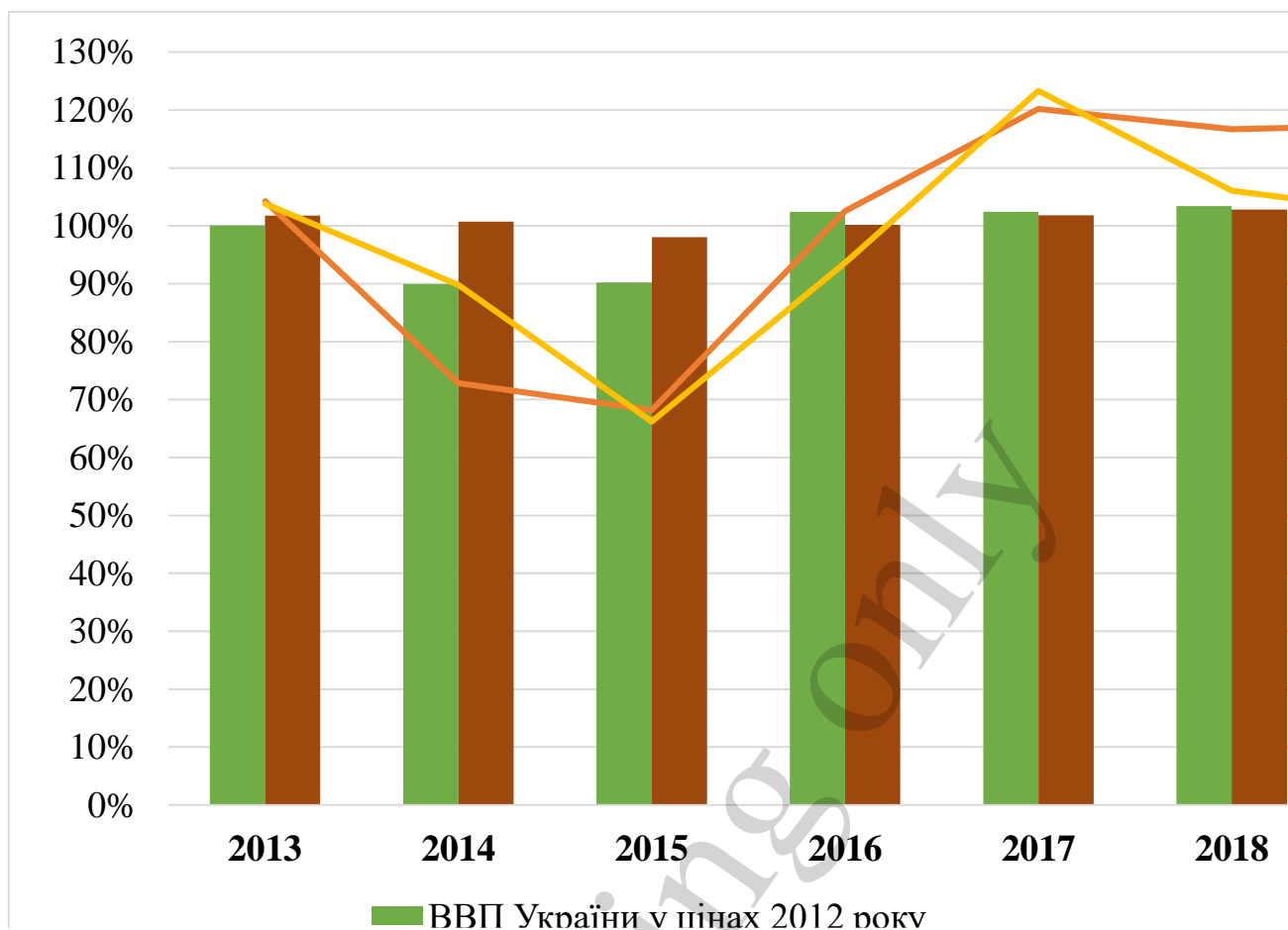


Рис. 1. Порівняльна динаміка ВВП сторін російсько-української війни

На рис. 1 відображено період економічного спаду (2014–2015 рр.), період прискореного зростання (2016–2017 рр.) і період сповільненого зростання (2018–2019 рр.) України та Російської Федерації, сформовані на основі динаміки реального ВВП у цінах 2012 р. та динаміки ВВП у фактичних цінах (дол. США). При цьому станом на кінець 2019 р., порівняно з 2012 р., обсяг реального ВВП України склав 91 %, а номінального у дол. США – 87.5 %; обсяг реального ВВП Російської Федерації склав 107.6 %, а номінального у дол. США – 77 %.

Проведений порівняльний аналіз свідчить про те, що в умовах війни макроекономічна динаміка розвитку України була гіршою, порівняно з Російською Федерацією, проте вплив девальвації національної грошової одиниці був не таким руйнівним. При цьому питання внеску технологічного прогресу у інноваційність розвитку сторін російсько-української війни потребує ґрунтовного дослідження.

5. 1. Розрахунок параметра технологічного прогресу для сторін російсько-української війни

Методикою оцінки втрат ВВП конфліктуючих сторін через погіршення технологічного розвитку внаслідок російсько-української війни у 2014–2019 рр. передбачено розрахунок параметра технологічного прогресу. Цей параметр є ключовим критерієм технологічного розвитку, розраховується за формулами

(1)–(3). При цьому за основу взято ланцюгові індекси росту показників, наведених у табл. 1, розрахунок яких проведено у табл. 3 за даними World Bank [30].

Таблиця 3

Ланцюгові індекси зростання результуючої та факторних ознак виробничої функції Solow-Tinbergen для України та Російської Федерації

Рік	Порядковий номер року (t)	ВВП у фактичних цінах (GDP), %		Валове нагромадження основного капіталу ($GFCF$), %		Чисельність всього зайнятого населення (NE), %	
		Україна	Російська Федерація	Україна	Російська Федерація	Україна	Російська Федерація
1992	1	0.9545	0.8887	1.2928	0.9141	0.9985	0.9964
1993	2	0.8878	0.9452	0.7947	0.8052	0.9963	0.9642
1994	3	0.8005	0.9080	0.7756	0.9714	0.9958	0.9457
1995	4	0.9175	1.0012	0.9076	0.9675	0.9567	0.9758
1996	5	0.9242	0.9904	0.8226	0.9398	0.9579	0.9786
1997	6	1.1255	1.0337	1.0773	0.9454	0.9628	0.9515
1998	7	0.8352	0.6691	0.8248	0.5908	0.9495	0.9669
1999	8	0.7540	0.7230	0.7416	0.6441	0.9670	1.0536
2000	9	0.9899	1.3257	1.0099	1.5539	1.0048	1.0242
2001	10	1.2147	1.1806	1.1549	1.3223	0.9793	0.9925
2002	11	1.1153	1.1268	1.0857	1.0682	0.9967	1.0168
2003	12	1.1826	1.2457	1.2708	1.2811	0.9997	0.9861
2004	13	1.2942	1.3733	1.4166	1.3711	0.9927	1.0073
2005	14	1.3277	1.2927	1.2932	1.2484	1.0054	1.0094
2006	15	1.2509	1.2957	1.4011	1.3503	0.9947	1.0016
2007	16	1.3245	1.3129	1.4816	1.4897	0.9973	1.0232
2008	17	1.2612	1.2779	1.2092	1.3567	0.9941	1.0043
2009	18	0.6513	0.7362	0.4531	0.7264	0.9707	0.9786
2010	19	1.1614	1.2472	1.1358	1.2263	1.0053	1.0099
2011	20	1.1996	1.3417	1.2426	1.3228	1.0038	1.0137
2012	21	1.0774	1.0794	1.1596	1.0915	0.9958	1.0135
2013	22	1.0428	1.0381	0.9258	1.0564	1.0136	1.0002
2014	23	0.7283	0.8983	0.6106	0.8768	0.9515	1.0060
2015	24	0.6819	0.6621	0.6535	0.6372	1.0048	0.9977
2016	25	1.0255	0.9364	1.1699	0.9941	0.9906	1.0041
2017	26	1.2017	1.2329	1.2255	1.2386	0.9935	0.9977
2018	27	1.1668	1.0606	1.3062	0.9819	1.0013	1.0024
2019	28	1.1748	1.0181	1.1996	1.0508	0.9894	0.9948

Дані табл. 3 є важливим емпіричним матеріалом, що дозволив оцінити рівень технологічного розвитку країн на основі параметра технологічного прогресу без проведення стандартизації показників, оскільки вихідні дані бралися у вигляді ланцюгових індексів росту. Також розрахунки базувалися на принципі, що в умовах

війни технологічний розвиток обох конфлікуючих сторін сповільнюється, внаслідок чого країни несуть абсолютні втрати ВВП. Наприклад, в Україні окупованими є 4.3 % території в межах Автономної Республіки Крим та 6.9 % території – частина Донецької та Луганської областей [31], економічний потенціал яких з об’єктивних причин не використовується, тобто внесок у ВВП відсутній.

Економіка Російської Федерації перебуває під міжнародними економічними санкціями, у зв’язку з чим ВВП-утворювальні сектори знаходяться у міжнародній ізоляції відносно трансферу технологій. Безумовно, на технологічний розвиток обох країн негативно впливала мілітаризація економіки. Тому технологічний розвиток України та Російської Федерації станом на кінець довоєнного 2013 року було взято за базис. Для формалізації технологічного розвитку проведено моделювання виробничої функції Solow-Tinbergen з метою одержання параметрів функції, насамперед параметра технологічного прогресу (3). Для цього попередньо логарифмізовано ланцюгові індекси росту ВВП (у фактичних цінах), валового нагромадження капіталу, чисельності всього зайнятого населення за 1992–2013 рр.

Розрахунок параметрів виробничої функції Solow-Tinbergen для 2014 року відбувся на основі значень показників за 1992–2014 рр., для 2015 року – за 1992–2015 рр. і т. д. [29]. За одержаними результатами моделювання виробничої функції Solow-Tinbergen України та Російської Федерації сформовано табл. 4.

Таблиця 4
Результати моделювання виробничої функції Solow-Tinbergen для України та Російської Федерації за даними 1991–2019 рр.

Параметр функції*	2013 рік	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Україна							
A	0.9562	0.9635	0.9748	0.9861	0.9847	0.9906	0.9895
α	0.6373	0.6648	0.7026	0.6928	0.6943	0.6858	0.6865
$1-\alpha$	0.3627	0.3352	0.2974	0.3072	0.3057	0.3142	0.3135
MRTS**	-1.7571	-1.9833	-2.3625	-2.2552	-2.2712	-2.1827	-2.1898
λ	0.0057	0.0046	0.0030	0.0017	0.0018	0.0012	0.0013
R^{2***}	0.8540	0.8615	0.8611	0.8442	0.8481	0.8448	0.8471
Російська Федерація							
A	1.0056	1.0096	1.0164	1.0215	1.0173	1.0117	1.0139
α	0.7468	0.7572	0.7823	0.7873	0.7904	0.7839	0.7851
$1-\alpha$	0.2532	0.2428	0.2177	0.2127	0.2096	0.2161	0.2149
MRTS	-2.9494	-3.1186	-3.5935	-3.7015	-3.7710	-3.6275	-3.6533
λ	0.0010	0.0005	-0.0005	-0.0011	-0.0007	-0.0001	-0.0003
R^2	0.9113	0.9137	0.9227	0.9209	0.9208	0.9166	0.9161

Примітка: * – позначення параметрів взято з формули (1); ** – гранична норма технологічної заміни; *** – R^2 – коефіцієнт множинної детермінації

У табл. 4 наведено динаміку змін параметрів виробничої функції Solow-Tinbergen за період російсько-української війни з 2014 до 2019 р., де взято бази-

сним довоєнний 2013 рік. Характеристики технологічного розвитку України за 1991–2013 рр., станом на кінець 2013 року (табл. 4) наступні. Частка фізичного капіталу в економіці складала 63.7 %, а людського – 36.3 %. Зменшення фізичного капіталу на 1 % компенсувалося додатковим залученням 1.8 % людського капіталу, а скорочення на 1 % людського капіталу компенсувалося додатковим залученням 0.6 % фізичного капіталу. Параметр технологічного прогресу $\lambda=0.006$ означає, що додатковий приріст ВВП внаслідок позитивної дії технологічного прогресу, згідно даних табл. 4, склав $(100e^{0.006*22}-100)=+13.3$ %.

У довоєнний період технологічний розвиток Російської Федерації (табл. 4) мав такі характеристики. Пропорційність економіки 3:1, тобто 75 % складала частка фізичного капіталу і 25 % – частка людського капіталу. Відповідно, зменшення фізичного капіталу на 1 % компенсувалося додатковим залученням 2.9 % людського капіталу, а скорочення людського капіталу на 1 % компенсувалося додатковим залученням 0.34 % фізичного капіталу. Параметр технологічного прогресу $\lambda=0.001$ означає, що додатковий приріст ВВП внаслідок позитивної дії технологічного прогресу, згідно даних табл. 4, склав $(100e^{0.001*22}-100)=+2.3$ %.

За 6 років російсько-української війни в технологічному розвитку конфліктуючих сторін відбулися суттєві зміни. Так, зростала вага фізичного капіталу, а людського капіталу скорочувалася і станом на кінець 2019 року для України їх співвідношення склало 7:3, а для Російської Федерації – 4:1. Тобто мілітаризація і згортання трансферу технологій між воюючими сторонами трансформувала пропорційність їх національних економік в бік матеріального виробництва, посилюючи роль фізичного капіталу (табл. 4). Іншим наслідком війни стало скорочення параметра технологічного прогресу України за 2013–2019 рр. на -76.3 % – з 0.0057 ($+13.3$ % ВВП) до 0.0013 ($+3.8$ % ВВП), а параметра технологічного прогресу Російської Федерації на -128.1 % – з 0.001 ($+2.3$ % ВВП) до -0.0003 (-0.8 % ВВП). Таким чином, внаслідок тимчасової окупації територій та активних воєнних дій в Україні відбулося сповільнення технологічного розвитку, а в Російській Федерації – його згортання й перехід на екстенсивні основи з 2015 року.

Отже, головна особливість використаної традиційної моделі виробничої функції Solow-Tinbergen у тому, що вона дала змогу розрахувати параметр технологічного прогресу. Саме цей показник став основою дослідження для виявлення основних закономірностей динаміки технологічного розвитку сторін військового конфлікту, а не факторні чи результуюча ознаки. Сама ж модель виробничої функції Solow-Tinbergen традиційно використовується здебільшого у макроекономічних дослідженнях (набагато рідше у мікроекономічних) для моделювання результатів виробництва з урахуванням впливу технологічного прогресу.

5. 2. Макроекономічна оцінка обсягів втрат ВВП сторін російсько-української війни внаслідок погіршення технологічного розвитку

Макроекономічним наслідком будь-якого воєнного конфлікту є економічний спад ворогуючих країн, який формалізується шляхом розрахунку різниці між фактично одержаними і потенційними обсягами ВВП (за умови «без війни»). Від'ємне значення такої різниці інтерпретує втрати ВВП. Розрахунок еко-

номічних втрат сторін російсько-української війни через погіршення (згортання) технологічного розвитку представлено у табл. 5.

Таблиця 5

Втрати ВВП конфлікуючих сторін через погіршення технологічного розвитку внаслідок російсько-української війни у 2014–2019 рр.

Розрахунковий показник *	Значення показника за роками:							Всього			
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
Україна											
$e^{\lambda_{iti}^{**}}$, %	113.26	111.04	107.34	104.27	104.85	103.36	103.83	x			
$e^{\lambda_{2013ti}}$, %	113.26	113.90	114.55	115.20	115.85	116.51	117.17	x			
$\frac{e^{\lambda_{2013ti}} - e^{\lambda_{iti}}}{e^{\lambda_{iti}}}$, %	0	-2.86	-7.21	-10.93	-11.00	-13.15	-13.34	-58.49			
ΔGDP_i^{TD} , млн дол. США	0	-	-	10,199. 7	12,337. 2	17,216. 1	-	20,522.8	-	70,666.7	
Російська Федерація											
$e^{\lambda_{iti}^{**}}$, %	102.26	101.06	98.77	97.24	98.25	99.85	99.20	x			
$e^{\lambda_{2013ti}}$, %	102.26	102.36	102.47	102.57	102.67	102.78	102.88	x			
$\frac{e^{\lambda_{2013ti}} - e^{\lambda_{iti}}}{e^{\lambda_{iti}}}$, %	0	-1.30	-3.70	-5.33	-4.42	-2.93	-3.68	-21.36			
ΔGDP_i^{TD} , млн дол. США	0	-	-	26,834. 1	50,350. 4	68,050. 6	69,629. 0	48,837. 1	-	62,511.7	326,212. 9

Примітка: * – позначення показників взято з формули (4); ** де $i \in [2014; 2019]$

У табл. 5 щорічні втрати ВВП конфлікуючих сторін (ΔGDP_i^{TD}) через погіршення (згортання) технологічного розвитку внаслідок війни розраховувалися за формулою:

$$\Delta GDP_i^{TD} = GDP_i (e^{\lambda_{iti}} - e^{\lambda_{2013ti}}), \quad (4)$$

де GDP_i – обсяг ВВП країни у фактичних цінах i -го року, млн дол. США; λ_i – параметр технологічного прогресу i -го року; t_i – порядковий номер i -го року; $i \in [2014; 2019]$.

У методиці розрахунку втрат ВВП (4) закладене припущення, що в умовах відсутності війни параметр технологічного прогресу не знижується. Оскільки його динаміку окремо вирахувати неможливо, то умови «без війни» формалізуються шляхом закріплення параметра технологічного прогресу на рівні довоєнного 2013 року на наступні роки ($e^{\lambda_{2013ti}}$).

При оцінюванні обсягу втрат ВВП конфлікуючих сторін через погіршення технологічного розвитку та переривання технологічних зв'язків внаслідок ро-

сійсько-української війни у 2014–2019 рр. одержано такі результати. Сумарні втрати ВВП України внаслідок сповільнення технологічного розвитку в умовах російсько-української війни та окупації понад 11 % території, склали \$70.7 млрд, або 38.6 % ВВП довоєнного 2013 року. При цьому за 2013–2019 рр. відбулося скорочення обсягу ВВП на –16 %, а в умовах «без війни» економічний спад склав би всього –5 %. Сумарні втрати ж агресора виявилися у 4.6 рази більші і склали \$326.2 млрд, або 14,2 % ВВП 2013 року, в умовах скорочення обсягу ВВП у 2019, порівняно з 2013 роком на –26 %. В умовах «без війни» економічний спад Російської Федерації склав би –23 %.

6. Обговорення результатів макроекономічної оцінки стану технологічного розвитку та інноваційної кооперації сторін конфлікту

Виявлені закономірності спадної динаміки технологічного розвитку й участі в міжнародному трансфері технологій сторін російсько-української війни свідчать про те, що крім мілітаризації економіки, впливало ще ряд суттєвих факторів. Зокрема, спільною рисою національних економік України та Російської Федерації упродовж 2014–2019 рр. була їх значна капіталомісткість (табл. 4). Тобто у галузевій структурі економіки переважали сектори матеріального виробництва – промисловість, сільське господарство, будівництво, де фізичний капітал є домінуючим, порівняно з ІТ-індустрією, освітою, наукою, де домінує людський капітал.

Саме у матеріальному виробництві відбувалося найбільше трансферів технологій між Україною та Російською Федерацією у довоєнний період, що, безумовно позитивно впливало на їх технологічний розвиток.

Суттєвіші абсолютні втрати ВВП агресора у грошовому вимірі, що склали –326,2 млн. дол. США проти –70,7 млн. дол. США втрат країни-жертви агресії внаслідок погіршення технологічного розвитку (табл. 5), пояснюється й іншими факторами, зокрема девальваційними процесами, негативною кон'юктурою ринків енергоносіїв, дією міжнародних економічних санкцій, зовнішньоекономічною ізоляцією ключових секторів економіки тощо. Тобто відновлення економіки в Російській Федерації відбувалося повільніше, ніж в Україні, але з меншими відносними втратами ВВП унаслідок згорання технологічного розвитку, спричиненого війною. При цьому, реальний сектор економіки Російської Федерації, перебуваючи під економічними санкціями, згорнув свою участь у сфері міжнародного трансферу технологій, що було додатковим чинником економічного спаду країни. Реальному сектору економіки України (насамперед підприємствам та науково-дослідним центрам військово-промислового комплексу) вдалося знайти альтернативу розірванім російсько-українським технологічними зв'язкам. Також вдалося налагодити співпрацю у сфері міжнародного трансферу технологій з європейськими та північноамериканськими партнерами, що сприяло технологічному розвитку країни.

Головними перевагами макроекономічної оцінки технологічного розвитку країн, що перебувають у стані воєнного конфлікту, які дозволили виявити його основні закономірності, були такі:

– використання офіційних статистичних даних Світового банку, наявних у публічному доступі за 1991-2019 рр. (табл. 1);

– застосування динамічної моделі мультиплікативної виробничої функції Solow-Tinbergen, ключовою складовою в якій є параметр технологічного прогресу (1);

– можливість виокремити в оцінці глибини економічного спаду національної економіки частку втрат ВВП внаслідок погіршення технологічного розвитку країн (табл. 5).

До обмежень, притаманним проведеним дослідженням, слід віднести неможливість деталізації одержаних значень абсолютних і відносних втрат ВВП, у тому числі через відсутність інформації з тимчасово окупованих територій. Як недолік дослідження, виокремимо відсутність альтернативних методик, що не дає можливості у повній мірі перевірити достовірність одержаних результатів, підтверджену виключно статистичними оцінками.

Отже, проведена макроекономічна оцінка технологічного розвитку і міжнародного трансферу технологій в умовах російсько-українського конфлікту на основі моделювання виробничої функції Solow-Tinbergen є універсальною. Тому вона цілком придатна для застосування на базі інших країн, що перебувають або перебували у стані воєнного протистояння. При цьому, в ході моделювання параметра технологічного прогресу можна зіткнутися з рядом труднощів. По-перше, статистичні оцінки можуть бути низькими, що свідчатиме про низьку достовірність і якість моделі. По-друге, коефіцієнти еластичності ВВП за факторами фізичного або людського капіталу можуть бути від'ємними числами (один з них, або ж усі), що є неприйнятним для подальшого застосування моделі. По-третє, існує ризик відсутності статистичних даних у вільному доступі. Наведені перешкоди можуть бути усунуті шляхом коригування періоду дослідження, перегляду вихідних даних. Наприклад, ВВП можна замінити іншими макроекономічними показниками, валове нагромадження основного капіталу – вартістю основних засобів, чисельність зайнятого населення – чисельністю робочої сили, обсягами доходів населення тощо.

Перспективами використання виявлених закономірностей технологічного розвитку сторін російсько-українського воєнного конфлікту, у тому числі внаслідок згорання трансферу технологій між ними, може бути застосування як на секторальному рівні, так і при розробці спільних інноваційно-технологічних проєктів для оцінки ефектів країн-учасниць.

Важливим аспектом використання макроекономічної оцінки стану технологічного розвитку і міжнародного трансферу технологій є оцінка ефектів міжнародного трансферу технологій, зокрема ефектів розвитку інноваційної системи та соціально-економічного розвитку.

7. Висновки

1. Розрахунок параметра технологічного прогресу динамічної моделі виробничої функції Solow-Tinbergen дозволив провести міжнародні порівняння динаміки технологічного розвитку сторін російсько-українського воєнного конфлікту. Визначено, що під впливом мілітаризації економіки технологічний розвиток України сповільнився, оскільки значення параметра технологічного прогресу зменшилося з 0.0057 у 2014 р. до 0.0013 у 2019 р. Виявлено скорочення значення параме-

тра технологічного прогресу Російської Федерації з 0.001 у 2014 р. до -0.0003 у 2019 р., тобто відбулося згорання технологічного розвитку й перехід на екстенсивні основи. Це – основний негативний наслідок російсько-української війни для агресора, який окупував понад 11 % території сусідньої країни з усім наявним економічним потенціалом. Це відбулося також і через припинення участі реального сектора економіки Російської Федерації у міжнародному трансфері технологій під впливом міжнародних економічних санкцій. Повернення до довоєнного стану можливе лише після відновлення територіальної цілісності України.

2. Доведено, що через російсько-українську війну економічний спад агресора (-26 % ВВП 2013 року) є сильнішим, порівняно зі спадом жертви агресії (-16 % ВВП 2013 року). Аналогічно абсолютні втрати ВВП Російської Федерації через погіршення технологічного розвитку внаслідок російсько-української війни у 2014–2019 рр. були у 4.6 рази більші, порівняно з Україною. Проте відносні втрати ВВП України за 2014–2019 рр. склали 38.6 % ВВП 2013 року, а Російської Федерації – лише 14.2 %. Обґрунтовано, що на втрати ВВП, крім мілітаризації, вплинули девальвація національної грошової одиниці, негативна кон'юнктура ринків енергоносіїв, міжнародні економічні санкції, зовнішньоекономічна ізоляція Російської Федерації тощо. Російська Федерація, перебуваючи під економічними санкціями, згорнула свою участь у сфері міжнародного трансферу технологій, що суттєво погіршило її технологічний розвиток. Україні вдалося знайти альтернативу розірванню російсько-українським технологічними зв'язкам і налагодити інноваційну кооперацію з європейськими та північноамериканськими партнерами, що сприяло технологічному розвитку країни.

Подяка

Публікація фінансувалась Міністерством освіти і науки України в рамках виконання науково-дослідного проекту № 0121U100657 «Інноваційна складова безпеки сталого розвитку старопромислових регіонів України: стратегічні напрямки інституційної підтримки та трансферу технологій в інноваційних ландшафтах», проекту № 0119U100179 «Розробка науково-методологічних основ та практичних інструментів для оцінки комерційних (ринкових) перспектив товарних інновацій» та проекту LET EDU 85399/17 (Італія).

Література

1. Carnoy, M. (1998). The Globalization of Innovation, Nationalist Competition, and the Internationalization of Scientific Training. *Competition & Change*, 3 (1-2), 237–262. doi: <https://doi.org/10.1177/102452949800300109>
2. Eusepi, G., Wilson, E. (2014). In war as well as in peace: from the displacement effect to incrementalism in public expenditures. *Annual Meeting of the Public Choice Society*, 1–20. URL: <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1343&context=buspapers>
3. Furgacz, P. (2015). The Russian-Ukrainian economic war. *Ante Portas – Studia nad Bezpieczeństwem*, 2 (5), 115–130. URL: http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.desklight-1c3cc05e-738e-4a11-ae4d-350c4f87b46c/c/AP.V_Furgacz.pdf

4. Davis, C. M. (2016). The Ukraine conflict, economic–military power balances and economic sanctions. *Post-Communist Economies*, 28 (2), 167–198. doi: <https://doi.org/10.1080/14631377.2016.1139301>
5. Hartwell, C., Umland, A. (2016). Reluctance and reality: The case for more effectual economic sanctions against an increasingly bellicose Russia. *IndraStra Global*, 2 (11). URL: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-48972-9>
6. Johannesson, J. (2017). Russia’s war with Ukraine is to acquire military industrial capability and human resources. *Journal of International Studies*, 10 (4), 63–71. doi: <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2017/10-4/4>
7. Bluszcz, J., Valente, M. (2019). The war in Europe: Economic costs of the Ukrainian conflict. DIW Berlin. doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3392199>
8. Osiichuk, M., Shepotylo, O. (2020). Conflict and well-being of civilians: The case of the Russian-Ukrainian hybrid war. *Economic Systems*, 44 (1), 100736. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2019.100736>
9. Veljovski, G., Taneski, N., Dojchinovski, M. (2017). The danger of “hybrid warfare” from a sophisticated adversary: the Russian “hybridity” in the Ukrainian conflict. *Defense & Security Analysis*, 33 (4), 292–307. doi: <https://doi.org/10.1080/14751798.2017.1377883>
10. Kuzio, T. (2018). Euromaidan revolution, Crimea and Russia–Ukraine war: why it is time for a review of Ukrainian–Russian studies. *Eurasian Geography and Economics*, 59 (3-4), 529–553. doi: <https://doi.org/10.1080/15387216.2019.1571428>
11. Dorosh, L., Ivasechko, O., Turchyn, J. (2019). Comparative analysis of the hybrid tactics application by the Russian Federation in conflicts with Georgia and Ukraine. *Central European Journal of International and Security Studies*, 13 (2), 48–73. URL: <http://www.cejiss.org/static/data/uploaded/1562751326161294/03%20Dorosh.pdf>
12. Phillips, P. C. B., Sul, D. (2009). Economic transition and growth. *Journal of Applied Econometrics*, 24 (7), 1153–1185. doi: <https://doi.org/10.1002/jae.1080>
13. Luoma, A., Luoto, J. (2010). The Aggregate Production Function of the Finnish Economy in the Twentieth Century. *Southern Economic Journal*, 76 (3), 723–737. doi: <https://doi.org/10.4284/sej.2010.76.3.723>
14. Jovanovic, B., Yatsenko, Y. (2012). Investment in vintage capital. *Journal of Economic Theory*, 147 (2), 551–569. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jet.2010.10.017>
15. Samad Nawi, A., Bin Ismail, I., Zakaria, Z., Md Noor, J. M., Shabir Ahmad, B. A. B., Fakrul Hazri, N. et. al. (2012). Productivity Growth in the Medium Size Malaysian-industry Level: Primal and Dual Approaches. *Asian Social Science*, 8 (12). doi: <https://doi.org/10.5539/ass.v8n12p249>
16. Kohli, U., Natal, J.-M. (2013). The real exchange rate and the structure of aggregate production. *Journal of Productivity Analysis*, 42 (1), 1–13. doi: <https://doi.org/10.1007/s11123-013-0356-9>
17. Gamboa, F., Maldonado, W. L. (2014). Feasibility and optimality of the initial capital stock in the Ramsey vintage capital model. *Journal of Mathematical Economics*, 52, 40–45. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2014.03.005>
18. Merz, M. (2016). Scarce natural resources, recycling, innovation and growth. Springer, 118. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-12055-9>

19. Biloshkurska, N., Harnyk, O., Biloshkurskyi, M., Liannoi, M., Kudrina, O., Omelyanenko, V. (2019). Methodological bases of innovation development priorities integrated assessment. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10 (01), 1231–1240. URL: https://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_10_ISSUE_1/IJCIET_10_01_113.pdf
20. Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65–94. doi: <https://doi.org/10.2307/1884513>
21. Solow, R. M. (1974). Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. *The Review of Economic Studies*, 41 (5), 29–45. doi: <https://doi.org/10.2307/2296370>
22. Tinbergen, J. (1942). Zur theorie der langfristigen wirtschaftsentwicklung. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 55, 511–549. URL: <http://www.jstor.org/stable/40430851>
23. Tinbergen, J., Haag, D. (1973). Exhaustion and technological development: a macro-dynamic policy model. *Zeitschrift für Nationalökonomie*, 33, 213–234. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/19186417.pdf>
24. Stiglitz, J. (1974). Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths. *The Review of Economic Studies*, 41 (5), 123–137. doi: <https://doi.org/10.2307/2296377>
25. Biloshkurska, N. V. (2010). Adaptive behavior models and their role in formation of enterprise economic security. *Actual Problems of Economics*, 12 (114), 101–105.
26. Omelyanenko, V., Martynenko, V., Slatvinskyi, M., Povorozniuk, I., Biloshkurska, N., Biloshkurskyi, M. (2019). Methodological bases of sectoral innovation priorities evaluation within security-based strategies. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10 (2), 1217–1226. URL: http://www.iaeme.com/MasterAdmin/uploadfolder/IJCIET_10_02_118/IJCIET_10_02_118.pdf
27. Bezliudnyi, O., Chepka, O., Omelyanenko, V., Biloshkurska, N., Biloshkurskyi, M. (2020). ICT architecture for networks activities of higher education institutions. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9 (2), 3563–3570. URL: <http://www.ijstr.org/final-print/feb2020/Ict-Architecture-For-Networks-Activities-Of-Higher-Education-Institutions.pdf>
28. Cobb, C. W., Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18 (1), 139–165. URL: <https://www.aeaweb.org/aer/top20/18.1.139-165.pdf>
29. Biloshkurska, N., Biloshkurskyi, M., Chyrva, H. (2018). Estimated losses of innovative capacity of the parties as a result of «hybrid» Russian aggression against Ukraine. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (5 (42)), 42–48. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.142081>
30. World Bank Open Data. Free and open access to global development data. URL: <https://data.worldbank.org/>
31. Horbulin, V. (2017). The world hybrid war: Ukrainian forefront. Kharkiv: Folio, 158. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2017-01/GW_engl_site.pdf