ЖУРНАЛ
ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ
Том 22. № 4 (87). Жовтень–грудень 2023
Видання Західноукраїнського національного університету

Петро МАКАРЕНКО,
Олександр БЄЛОВ

ОЦІНКА ЦИКЛІЧНИХ КОЛИВАНЬ ДИНАМІКИ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ У ЗОВНІШНІЙ ТОРГІВЛІ ВЕЛИКОБРИТАНІЇ

Резюме

Запропоновано авторський підхід для оцінювання циклічних коливань динаміки високотехнологічної продукції у зовнішній торгівлі Сполученого Королівства Великобританії та Північної Ірландії, який може бути основою для ухвалення рішень на державному рівні з питань регулювання вітчизняного інноваційного та науково-технічного розвитку. Цей підхід дає змогу розкрити економічний зміст і визначити вплив таких складових у структурі динаміки високотехнологічної продукції у зовнішній торгівлі: рівномірне, прискорене та циклічне зростання. Крім того, проаналізовано такі важливі відносні показники, як частка високотехнологічного експорту в загальному промисловому експорті Великобританії та частка високотехнологічного експорту в її ВВП. Визначено цикли динаміки високотехнологічного експорту у Великобританії з періодами 4,2 та 4,3 роки та розраховано рівень впливу циклічної складової на загальну тенденцію. Стаття є складовою дослідження, в якому також ана-

© Петро Макаренко, Олександр Бєлов, 2023.

Макаренко Петро, д. е. н., професор, завідувач кафедри економіки та міжнародних економічних відносин, Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна. ORCID: 0000-0002-8967-9122 Емейл: mpm0907_1949@ukr.net
Бєлов Олександр, к. е. н., докторант кафедри економіки та міжнародних економічних відносин, Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна. ORCID: 0000-0002-7910-8174 Емейл: rdnaxel@gmail.com

лізуються за запропонованим авторським підходом інші країни з високим світовим рівнем високотехнологічного експорту.

Ключові слова

Хайтек; високотехнологічна продукція; експорт; математичне моделювання; динамічні показники; циклічність.

Класифікація за JEL: C51, E32, O33.

3 рисунки, 13 таблиць, 41 джерело літератури.

Постановка проблеми та огляд літератури

Стаття є складовою великого загального дослідження з вивчення чисельного впливу науково-технічного потенціалу країни на її стратегічний розвиток і входить до її першої частини під час аналізу динаміки виробництва та експорту високотехнологічної продукції в різні країни світу.

Зовнішня торгівля є однією з головних складових, що формує ВВП країн. Експорт у зовнішній торгівлі характеризує певний рівень конкурентоспроможності продукції країни на світовому ринку. З іншого боку, чим більший рівень технологічності та наукоміскості продукції, тим вища її конкурентоспроможність (Porter, 1990; Alemu, 2013). І саме експорт високотехнологічної продукції відображає рівень розвитку виробництва, науки і потенціал майбутнього розвитку країни (Саліхова, 2012).

Відповідно до класифікації ОЕСР, закріпленої в SITC Rev.4, до високотехнологічної продукції, продукції, виробництво якої пов'язано з високою інтенсивністю НДДКР (Hatzichronoglou, 1997), відносять продукцію таких галузей, як аерокосмічна, фармацевтична, електрона, телекомунікаційна, хімічна, а також виробництво наукових приладів, комп'ютерів, електричних машин, деяких видів неелектричних машин і зброї (Galindo-Rueda & Verger, 2016; Molnárová & Reiter, 2022).

Звичайно, виробництво високотехнологічної продукції можливе за наявності в країні потужного науково-технічного потенціалу. Так, фундаментальні питання його формування і розвитку досліджено у працях Г. Доброва (Тонкаль & Добров, 1987) і розглядаються можливі види технологічного розвитку майбутнього (Ross, 2017).

Проблему забезпечення розвитку високотехнологічних секторів економіки вивчають китайські (Yang & Zhu, 2021) та американські (Haltiwanger et al., 2014) дослідники. Приділяється увага питанням впливу діджиталізації суспільства на експорт хайтеку (Özsoy et al., 2022) і впливу останнього на економічне зростання Туреччини (Ustabaş & Ersin, 2016; Ege & Ege, 2017), Філіппін (Garces & Adriatico, 2019), Японії (Marukawa, 2013), Ізраїлю (Rivlin, 2010), Країн Європейського Союзу (Srholec, 2007), країн OECD (Kabaklarli et al., 2018; Şahin & Şahin, 2021; Ersin et al., 2022), країн Азії (Siddiqui, 2022) тощо. Однак питання циклічності в динаміці високотехнологічного експорту не вивчені.

Мета статті – оцінювання циклічних коливань динаміки високотехнологічної продукції у зовнішній торгівлі Великобританії.

Для цього визначено такі завдання: 1. Проаналізувати структуру динаміки експорту високотехнологічної продукції, а саме: виокремити такі складові в цій динаміці: рівномірне, прискорене та циклічне зростання. 2. Розрахувати частку впливу циклічної складової на динаміку експорту високотехнологічної продукції. 3. Розглянути, як вона змінюється, якщо високотехнологічний експорт розглядати як частку всього промислового експорту і як частку ВВП, а також порівняти зі структурою динаміки ВВП країни загалом.

Методологія

Для оцінювання економічних циклів у науковій літературі використовуються такі підходи: параметричний і непараметричний підхід часових рядів (Saini et al., 2021), модель попарної максимальної ентропії (Xi et al., 2014), підхід «поріг-мінімальна домінуюча множина» (Antonakakis et al., 2016), модель з короткостроковим (SRR) і довгостроковим (LRR) ризиком споживання (He & Leippold, 2020), статистичне тестування з використанням тесту квадрата Чі (Palaşcă, 2012), триступеневі найменші квадрати (Hsu et al., 2011), реальна модель бізнес-циклу (Bäurle & Burren, 2011), вейвлет-аналіз з багатьма роздільними здатностями (Yogo, 2008), функція імпульсної реакції та історичні розкладання (Manzoor, 2021), модель корекції векторних помилок (Mandelman et al., 2011), динамічна факторна модель зі змінними в часі навантаженнями та стохастичною волатильністю (Gupta et al., 2018), метод множинних масштабів (Li et al., 2008), метод застосування геометричного

броунівського руху (Yang, 2020), багатовимірна багаторівнева факторна модель (Breitung & Eickmeier, 2015), модель VAR (Yan & Huang, 2020) та ін.

Для вирішення отримання числових значень характеристик циклічної складової пропонується використати підхід, що базується на методі кореляційно-регресійного аналізу і застосуванні циклічної складової (Олійник, 2005; Бєлов & Свистун, 2022). Для аналізу M1-M5 обрано 5 типів моделей за збільшенням їхньої складності: проста лінійна модель, модель з прискоренням, лінійна модель з циклом, модель прискореного розвитку з одним тактом, а також модель прискореного розвитку з двома тактами.

Таблиця 1

Види економетричних моделей для регресійного аналізу динаміки високотехнологічного експорту

Модель	Формула	Ім'я
M1	y=a+b*x	лінійна
M2	y=a+b*x+c*x^2	лінійна з прискоренням
M3	y=a+b*x+c*sin(d*x+e)	лінійна з циклом
M4	y=a+b*x+c*x^2+d*sin(e*x+f)	лінійна з прискоренням і циклом
M5	y=a+b*x+c*x^2+d*sin(e*x+f)+g*sin(h*x+i)	лінійна з прискоренням і двома циклами

Під поняттям «прискорений розвиток» розуміють прискорення руху з природничих наук, математично воно представляється у вигляді параметру c * x ^ 2, саме прискорення буде дорівнювати 2s.

Економічні характеристики параметрів рівнянь регресії для моделей M1-M5 представлені в табл. 2.

Дослідження проведено у такій послідовності: обираємо показники, за якими буде проведено моделювання, знаходимо параметри обраних типів економіко-математичних моделей та аналізуємо їхні статистичні характеристики для першого показника, порівнюємо отримані результати з фактичними даними; далі обираємо найкращу економіко-математичну модель, здійснюємо її аналіз та розраховуємо ступінь впливу циклічної складової, здійснюємо аналогічні етапи для наступних показників. Аналогічні етапи проводимо для наступних показників. Аналізуємо отримані результати.

Том 22. № 4 (87). Жовтень–грудень 2023
ISSN 1684-906X

Таблиця1

Економічна характеристика параметрів рівняння регресії

Параметри моделі					Економічна характеристика	Одиниці
M1	M2	M3	M4	M5		
Лінійна складова моделі визначає лінійний тренд динаміки досліджуваного показника						
a	a	a	a	a	Початковий рівень досліджуваного показника	$US 2010
b	b	b	b	b	Середня швидкість зміни динаміки досліджуваного показника	$US 2010/рік
Нелінійні компоненти моделі:						
1. Прискорення						
–	c	–	c	c	Середнє прискорення зміни динаміки досліджуваного показника	$US $2010^{/2\ рік}$
2. Цикли						
–	–	C*Sin(D*X+E)	d*sin(e*x +f)	d*sin(e*x +f)	1-а гармоніка	$US 2010
–	–	c	d	d	Амплітуда циклічних коливань – максимальне відхилення	$US 2010
–	–	d	i	i	Циклічна частота	радіан
–	–	i	f	f	Початкова фаза циклу	радіан
–	–	T	T	T	Період коливань	рік
–	–	–	–	g*sin(h*x+i)	2-а гармоніка	
–	–	–	–	g	Амплітуда циклічних коливань – максимальне відхилення	$US 2010
–	–	–	–	h	Циклічна частота	радіан
–	–	–	–	я	Початкова фаза циклу	радіан
–	–	–	–	н2	Частота коливань	разів
–	–	–	–	T2	Період коливань	рік

Джерело: власні розробки на основі даних Бєлов (2023).

Результати дослідження та обговорення

Підбір вихідних даних

Дослідження буде проведено на прикладі Великобританії, яка є членом Європейського Союзу. Це країна з високорозвиненою постіндустріальною економікою і потужним науково-технічним потенціалом. Вихідні дані надано в табл. 3.

Таблиця 3

Динаміка основних показників

Рік	Високотехнологічний експорт (у постійних цінах 2010 р., млрд дол. США)	Високотехнологічний експорт (% від експорту промислової продукції)	Високотехнологічний експорт (% від ВВП)	ВВП (у постійних цінах 2010 року, млрд дол. США)	Експорт промислової продукції (у постійних цінах 2010 р., млрд дол. США)
2007	71,8558	20,8646	2,2264	3227,5022	344,3912
2008	70,3724	20,6006	2,3025	3056,4073	341,6034
2009	49,3745	20,4516	2,0121	2453,9028	241,4212
2010	66,7143	23,2865	2,6778	2491,3975	286,4937
2011	73,6047	23,2889	2,8422	2589,7465	316,0500
2012	69,8298	23,4468	2,7028	2583,5820	297,8223
2013	70,2548	23,5744	2,6808	2620,6193	298,0135
2014	70,9546	22,1922	2,4799	2861,1962	319,7279
2015	69,1100	22,3228	2,5411	2719,6548	309,5945
2016	67,0074	23,5459	2,7339	2450,9678	284,5822
2017	65,5192	22,6067	2,7461	2385,8633	289,8216
2018	65,9403	22,3196	2,6260	2511,0609	295,4371
2019	65,5848	23,0833	2,6914	2436,8532	284,1227
2020	48,9268	22,9972	2,1498	2275,8741	212,7516
2021	52,4352	23,8537	2,1301	2461,6884	219,8201

Джерело: власні розрахунки на основі даних The World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

У зв'язку з тим, що у вересні 2019 р. визначення в базі даних показників світового розвитку було оновлено до SITC Rev.4 з SITC Rev. 3., дані на сайті Світового банку (The World Bank, n.d.) доступні тільки з 2007 р. Існує також інший показник – частка експорту технологічної продукції в експорті промислової продукції (High-tech exports (% від експорту виробленої продукції)). З цього сайту взято дані про динаміку ВВП за той самий період. Для очищення даних статистики від інфляції через перерахунок у ціни 2010 р. використано дані з сайту щодо інфляції в США (Bureau of Statistics, n.d.). Динаміку частки експорту високотехнологічної продукції у ВВП розраховано на основі наведених вище даних.

Аналіз та оцінювання динаміки високотехнологічного експорту

Знаходження параметрів економіко-математичних моделей згідно з табл. 1. Виконано за допомогою cross-platform solution for curve fitting and data analysis - CurveExpert 1.38.

Як бачимо, коефіцієнт кореляції збільшується в міру ускладнення типу моделі. Звичайна лінійна модель (М1) має К кор. 0,2963, а лінійна модель з прискоренням і з урахуванням двох гармонік (М5) К кор. дорівнює 0,9234 (табл. 4). Зазначимо, що моделі М4, М5, тобто моделі, які враховують циклічні складові, дають найбільші значення коефіцієнта кореляції, що вказує наявність коливальних процесів у динаміці високотехнологічного експорту в розглянутій нами країні. Це також означає, що динаміка високотехнологічного експорту у Великобританії протягом 2007–2020 рр. характеризувалася як лінійним трендом, так і наявністю прискорення (в даному випадку воно має негативне значення, що характеризує уповільнення розвитку) та циклічної складової.

Табл. 5 дає нам можливість оцінити прогнозні значення високотехнологічного експорту на три роки до 2023 р. Всі моделі показують прогнозоване зниження високотехнологічного експорту в 2023 р. 50 973 млрд дол. США в цінах 2010 р.

Порівняння отриманих моделей і прогнозів наведено на рис. 4, на якому Y означає фактичні дані, а лінії показують тенденції розрахункових моделей.

Взявши до уваги коефіцієнти кореляції, для подальшого аналізу вибираємо модель з найбільшим її значенням – М5. В економічному сенсі це означає, що існує два цикли.

Згідно з табл. 6, іноді результатом розрахунків були негативні значення циклічної частоти, а отже, періоду коливань. На цьому етапі дослідження для визначення економічного змісту параметрів отриманих моделей візьмемо значення періоду коливань за модулем. Моделі показують наявність коливань динаміки високотехнологічного експорту у Великобританії, але з різними періодами та початковими зрушеннями відносно точки (року) початку спостережень.

Таблиця 4

Розрахунок параметрів економетричних моделей, що оцінюють динаміку експорту високотехнологічної продукції по Великобританії

	M1	M2	M3	M4	M5
Дані коефіцієнтів	a =71,3859	a =61,2094	a =71,0248	a =59,1188	a =55,5824
	b =-0,7775	b =2,8142	b =-0,6769	b =3,1821	b =3,9282
		c =-0,2245	c =-5,6813	c =-0,2353	c =-0,2664
			d =1,0952	d =-6,1863	d =36,0444
			e =4,5158	e =7,9816	e =1,5050
				f =-72,8424	f =1,0301
					g =34,1555
					h =1,4557
					i =-1,6645
Середнє квадратичне відхилення	7,6074	6,7359	7,1714579	5,5055591	4,3996583
Коефіцієнт кореляції	0,4286	0,6397	0,6648055	0,8390474	0,9348697
Коментарі:			За 36 ітерацій підбір збігся з похибкою 0,001. Без використання вагових коефіцієнтів.	За 42 ітерації підбір збігся з похибкою 0,001. Без використання вагових коефіцієнтів.	Було перевищено 100 ітерацій. Підбір не збігся з похибкою 0.001000 (CHI2 на рівні 116.141959). Без використання вагових коефіцієнтів.

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Таблиця 5

Прогноз динаміки експорту високотехнологічної продукції Великобританії за отриманими моделями

Рік	M1	M2	M3	M4	M5	Y
2007	70,608	63,799	73,886	67,614	72,710	71,856
2008	69,831	65,940	67,339	66,549	66,553	70,372

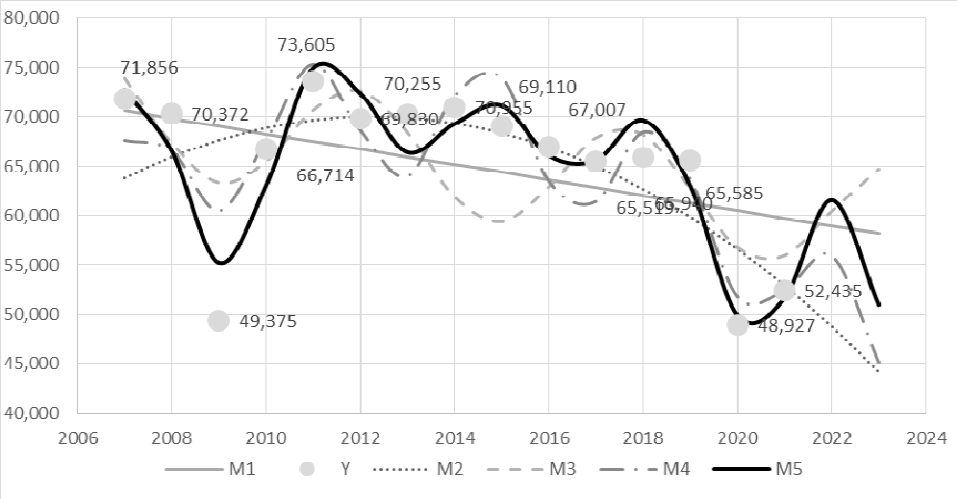
Том 22. № 4 (87). Жовтень–грудень 2023
ISSN 1684-906X

Рік	M1	M2	M3	M4	M5	Y
2009	69,053	67,632	63,321	60,488	55,229	49,375
2010	68,276	68,874	65,454	67,618	62,995	66,714
2011	67,498	69,668	70,692	75,325	74,925	73,605
2012	66,721	70,013	72,621	68,634	72,360	69,830
2013	65,943	69,909	68,416	63,969	66,406	70,255
2014	65,166	69,356	61,902	72,126	69,308	70,955
2015	64,388	68,354	59,409	73,932	71,126	69,110
2016	63,611	66,903	62,905	63,472	66,083	67,007
2017	62,833	65,003	67,866	61,425	65,587	65,519
2018	62,056	62,654	68,180	68,441	69,654	65,940
2019	61,278	59,856	62,771	63,676	62,981	65,585
2020	60,500	56,609	56,771	51,786	49,906	48,927
2021	59,723	52,914	55,951	52,429	51,661	52,435
2022	58,945	48,769	60,467	55,947	61,568	
2023	58,168	44,175	64,688	45,138	50,973	

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Рисунок 1

Порівняння отриманих моделей та прогноз динаміки експорту високотехнологічної продукції у Великобританії до 2023 р.



Порівняння циклічних характеристик у моделях М3–М5 наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Характеристика циклічної складової досліджуваних моделей (М3-М5)

Параметр	М3	М4	М5 (1-ша)	М5 (2-га)
Кутова частота, радіанів	1,095	7,982	1,505	1,456
Періодичність, разів на рік	0,174	1,270	0,240	0,232
Період, років	5,737	0,787	4,175	4,316
Фаза, радіанів	4,516	-72,842	1,030	-1,665
Зміщення, частка періоду	0,719	-11,593	0,164	-0,265
Зміщення, років	4,123	-9,126	0,684	-1,143
Зміщення, місяців	49,5	-109,5	8,2	-13,7
Амплітуда, млрд доларів США, 2010 р.	-5,681	-6,186	36,044	34,156

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

На основі розрахунків обираємо модель М5 як модель, яка найкраще описує динаміку експорту високотехнологічної продукції у Великобританії.

Щоб зрозуміти, як циклічна складова впливає на динаміку високотехнологічного експорту, розрахуємо вплив кожної складової моделі М5 в абсолютних (табл. 7) і відносних (табл. 8) значеннях, а також похибку (відхилення) розрахункових значень від фактичних.

У табл. 8 також розраховуються такі параметри, як середнє, медіанне, максимум і мінімум для кожної складової. Потрібно сказати, що з огляду на характер циклічної складової значення середнього і медіани будуть близькі до нуля, що не дає нам інформації про їхній вплив. Водночас значення максимуму та мінімуму показують нам масштаби впливу, який має циклічна складова, на динаміку високотехнологічного експорту.

Згідно з табл. 8 циклічна складова суттєво впливає на загальну динаміку високотехнологічного експорту в цій країні. Так, перша гармоніка впливає в діапазоні від -51,4% до +54,8%, але найближчим часом посилиться її позитивний вплив. Приблизно такий самий ефект має друга гармоніка від -57,6% до +55,9% і невдовзі її негативний вплив збільшиться. Тобто гармоніки перекривають вплив одна іншої протягом усього аналізованого періоду (рис. 2).

Таблиця 7

Аналіз структури моделі M5 динаміки HtE в постійних 2010 млрд US$

Рік	a	bx	cx^2	d*sin(e*x+f)	g*sin(h*x+i)	Yteor	Y	Δ
2007	55,5824	3,9282	-0,2664	20,5455	-7,0798	72,7099	71,8558	-0,8541
2008	55,5824	7,8564	-1,0655	-28,1997	32,3798	66,5533	70,3724	3,8191
2009	55,5824	11,7846	-2,3974	-24,2560	14,5156	55,2292	49,3745	-5,8547
2010	55,5824	15,7128	-4,2620	25,0082	-29,0464	62,9950	66,7143	3,7193
2011	55,5824	19,6409	-6,6593	27,5465	-21,1860	74,9246	73,6047	-1,3199
2012	55,5824	23,5691	-9,5894	-21,3836	24,1811	72,3596	69,8298	-2,5298
2013	55,5824	27,4973	-13,0523	-30,3602	26,7390	66,4063	70,2548	3,8486
2014	55,5824	31,4255	-17,0478	17,3889	-18,0407	69,3083	70,9546	1,6463
2015	55,5824	35,3537	-21,5762	32,6482	-30,8819	71,1261	69,1100	-2,0161
2016	55,5824	39,2819	-26,6373	-13,0931	10,9488	66,0827	67,0074	0,9247
2017	55,5824	43,2101	-32,2311	-34,3709	33,3963	65,5867	65,5192	-0,0675
2018	55,5824	47,1383	-38,3576	8,5707	-3,2796	69,6541	65,9403	-3,7138
2019	55,5824	51,0665	-45,0170	35,4986	-34,1494	62,9811	65,5848	2,6037
2020	55,5824	54,9947	-52,2090	-3,8998	-4,5626	49,9056	48,9268	-0,9787
2021	55,5824	58,9228	-59,9338	-36,0118	33,1016	51,6612		
2022	55,5824	62,8510	-68,1914	-0,8385	12,1642	61,5677		
2023	55,5824	66,7792	-76,9817	35,9014	-30,3082	50,9732		

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Таблиця 8

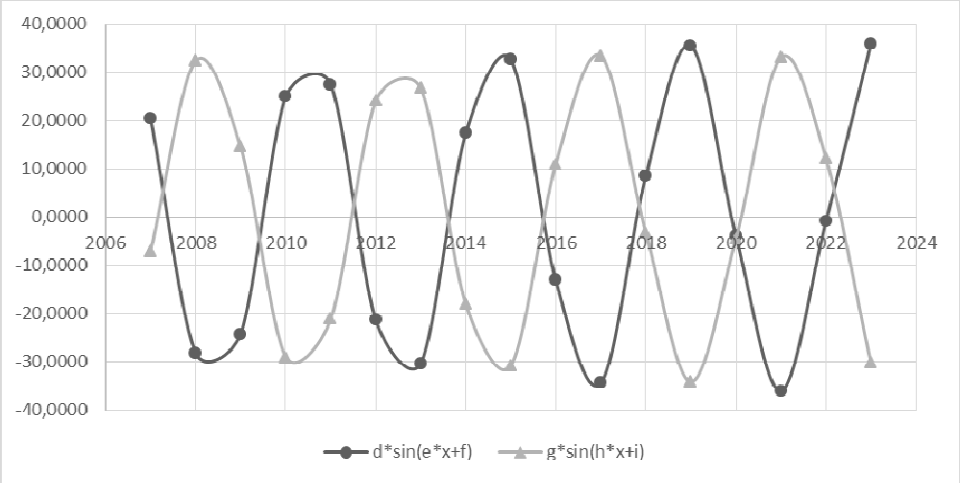
Аналіз структури динаміки моделі M5 і HtE, %

Рік	a	bx	cx^2	d*sin(e*x+f)	g*sin(h*x+i)	Yteor	Y	Δ
2007	77,4%	5,5%	-0,4%	28,6%	-9,9%	101,2%	100,0%	-1,2%
2008	79,0%	11,2%	-1,5%	-40,1%	46,0%	94,6%	100,0%	5,4%
2009	112,6%	23,9%	-4,9%	-49,1%	29,4%	111,9%	100,0%	-11,9%
2010	83,3%	23,6%	-6,4%	37,5%	-43,5%	94,4%	100,0%	5,6%
2011	75,5%	26,7%	-9,0%	37,4%	-28,8%	101,8%	100,0%	-1,8%
2012	79,6%	33,8%	-13,7%	-30,6%	34,6%	103,6%	100,0%	-3,6%
2013	79,1%	39,1%	-18,6%	-43,2%	38,1%	94,5%	100,0%	5,5%
2014	78,3%	44,3%	-24,0%	24,5%	-25,4%	97,7%	100,0%	2,3%
2015	80,4%	51,2%	-31,2%	47,2%	-44,7%	102,9%	100,0%	-2,9%
2016	82,9%	58,6%	-39,8%	-19,5%	16,3%	98,6%	100,0%	1,4%
2017	84,8%	66,0%	-49,2%	-52,5%	51,0%	100,1%	100,0%	-0,1%
2018	84,3%	71,5%	-58,2%	13,0%	-5,0%	105,6%	100,0%	-5,6%
2019	84,7%	77,9%	-68,6%	54,1%	-52,1%	96,0%	100,0%	4,0%
2020	113,6%	112,4%	-106,7%	-8,0%	-9,3%	102,0%	100,0%	-2,0%
2021	106,0%	112,4%	-114,3%	-68,7%	63,1%	98,5%	100,0%	0,0%
Середнє	85,4%	46,1%	-30,9%	0,0%	-0,2%	100,4%	100,0%	-0,4%
Медіана	81,7%	41,7%	-21,3%	2,5%	-7,1%	100,6%	100,0%	-0,6%
Макс	113,6%	112,4%	-0,4%	54,1%	51,0%	111,9%	100,0%	5,6%
Мін	75,5%	5,5%	-106,7%	-52,5%	-52,1%	94,4%	100,0%	-11,9%

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Рисунок 2

Порівняння циклічних складових динаміки високотехнологічного експорту між собою



На основі табл. 8 можна оцінити вплив кожного компонента моделі 5 на динаміку високотехнологічного експорту Великобританії, а також порівняти їх із похибкою, яка описує інші випадкові фактори. Їхній вплив коливається від -12,1% до +6,1%. Критичні значення (максимальні і мінімальні) циклічної складової значно перевищують критичні значення випадкових факторів. Високотехнологічний експорт Великобританії 1) має певну постійну базу (a), що є важливою позитивною складовою. На основі конкретних фактів можна припустити, що він, швидше за все, визначається довгостроковими договорами постачання зі своїми діловими партнерами; 2) має певні постійні темпи зростання, вплив яких на динаміку зростає лінійно. Можна припустити, що це так звані бізнес-плани – проєкти розширення експорту щороку з території цієї країни, впровадження нових видів, типів і т. д. високотехнологічної продукції – лінійне зростання; 3) фактори, що гальмують динаміку – вплив яких зростає в геометричній прогресії – факторів може бути багато – зниження кваліфікації працівників, зміна ринкової кон'юнктури на постійній основі протягом усього досліджуваного періоду, технологічні труднощі, дія адміністративних законів і нормативних актів, що уповільнюють експорт, постійне зростання впливу конкурентів, насиченість ринку і т. д.; 4) циклічні фактори такі самі, як у в п. 3, але вже розвиваються циклічно; 5) випадкові фактори – все інше, переважно випадкові події – аварії, помилки в логістиці, виробництві, фінансових потоках, психології та ін.

Базовий рівень високотехнологічного експорту дорівнює 55,580 млрд дол. США, що коливається від 75,51% до 113,60% його динаміки за досліджуваний період (табл. 9 та 10).

Лінійна швидкість високотехнологічного експорту забезпечує від 3 928 до 54 995 млрд дол. США, що становить від 5,47% до 112,40% його динаміки за досліджуваний період. Прискорення високотехнологічного експорту забезпечує з -52,209 до -0,266 млрд дол. США, що становить від -106,71% до -0,37% від його динаміки за досліджуваний період. Лінійна складова динаміки (a + bx) високотехнологічного експорту забезпечує від 59 511 до 110 577 млрд дол. США, що становить від 82,82% до 226,00% його динаміки за досліджуваний період.

Сумарний вплив циклічної складової високотехнологічного експорту забезпечує від -9 740 до 13 466 постійних 2010 млрд дол. США, що коливається від -19,73% до 18,74% його динаміки за досліджуваний період.

Вплив інших факторів високотехнологічного експорту пояснюється від -5,855 до 3,849 постійних 2010 млрд дол. США, що коливається від -11,86% до 5,57% його динаміки за досліджуваний період.

Таблиця 9

Аналіз впливу складових на динаміку HtE в млрд US$ 2010

Рік	Лінійна	Нелінійна	Циклічна	Лінійна + нелінійна
2007	59,5106	-0,2664	13,4657	59,2442
2008	63,4387	-1,0655	4,1801	62,3733
2009	67,3669	-2,3974	-9,7404	64,9696
2010	71,2951	-4,2620	-4,0382	67,0332
2011	75,2233	-6,6593	6,3606	68,5640
2012	79,1515	-9,5894	2,7975	69,5621
2013	83,0797	-13,0523	-3,6212	70,0274
2014	87,0079	-17,0478	-0,6518	69,9600
2015	90,9361	-21,5762	1,7662	69,3599
2016	94,8643	-26,6373	-2,1443	68,2270
2017	98,7924	-32,2311	-0,9747	66,5614
2018	102,7206	-38,3576	5,2911	64,3630
2019	106,6488	-45,0170	1,3492	61,6319
2020	110,5770	-52,2090	-8,4624	58,3680
2021	114,5052	-59,9338	-2,9101	54,5714
2022	118,4334	-68,1914	11,3256	50,2420
2023	122,3616	-76,9817	5,5932	45,3799

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Таблиця 10

Структура впливу складових на динаміку HtE

Рік	Лінійна	Прискорення	Циклічна	Лінійна + прискорення
2007	82,8%	-0,4%	18,7%	82,4%
2008	90,1%	-1,5%	5,9%	88,6%
2009	136,4%	-4,9%	-19,7%	131,6%
2010	106,9%	-6,4%	-6,1%	100,5%
2011	102,2%	-9,0%	8,6%	93,2%
2012	113,3%	-13,7%	4,0%	99,6%
2013	118,3%	-18,6%	-5,2%	99,7%
2014	122,6%	-24,0%	-0,9%	98,6%
2015	131,6%	-31,2%	2,6%	100,4%
2016	141,6%	-39,8%	-3,2%	101,8%
2017	150,8%	-49,2%	-1,5%	101,6%
2018	155,8%	-58,2%	8,0%	97,6%
2019	162,6%	-68,6%	2,1%	94,0%
2020	226,0%	-106,7%	-17,3%	119,3%
2021	218,4%	-114,3%	-5,5%	104,1%
Мін	82,8%	-106,7%	-19,7%	82,4%
Макс	226,0%	-0,4%	18,7%	131,6%

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Аналіз та оцінювання динаміки високотехнологічного експорту (% експорту промислової продукції)

Далі змоделюємо динаміку розвитку високих технологій щодо загального промислового експорту Великобританії за той самий період. Загальні результати представлені в табл. 11 і 12 і на рис. 3.

Базовий рівень високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) становить 21,480%, що коливається від 91,11% до 105,02% його динаміки за досліджуваний період. Лінійна швидкість високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) забезпечує від 0,292 до 4,086%, що становить від 1,40% до 17,77% його динаміки за досліджуваний період. Прискорення високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) забезпечує з -2,712 до -0,014%, що становить від -11,79% до -0,07% його динаміки за досліджуваний період.

Таблиця 11

Розрахунок параметрів економетричних моделей, що оцінюють динаміку частки експорту високотехнологічної продукції Великобританії в її промисловому експорті в 2007-2020 рр.

	M1	M2	M3	M4	M5
Дані коефіцієнтів	a =21,3768	a =20,3687	a =21,0914	a =20,3639	a =21,4789
	b =0,1482	b =0,5040	b =0,1956	b =0,5326	b =0,2918
		c =-0,0222	c =0,9659	c =-0,0250	c =-0,0138
			d =-0,5184	d =0,6629	d =1,2786
			e =4,7311	e =1,2619	e =1,0497
				f =1,4344	f =3,2825
					g =1,3566
					h =0,8755
					i =1,9459
Середнє квадратичне відхилення	0,9301	0,8759	0,7333591	0,8162844	0,6470273
Коефіцієнт кореляції	0,5945	0,6861	0,8311631	0,8094838	0,9249882
Коментарі:			За 14 ітерацій підбір збігся з похибкою 0,001. Без використання вагових коефіцієнтів.	За 15 ітерацій підбір збігся з похибкою 0,001. Без використання вагових коефіцієнтів.	За 69 ітерацій підбір збігся з похибкою 0,001. Без використання вагових коефіцієнтів.

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Таблиця 12

Структура впливу складових на динаміку частки експорту високотехнологічної продукції Великобританії в її промисловому експорті

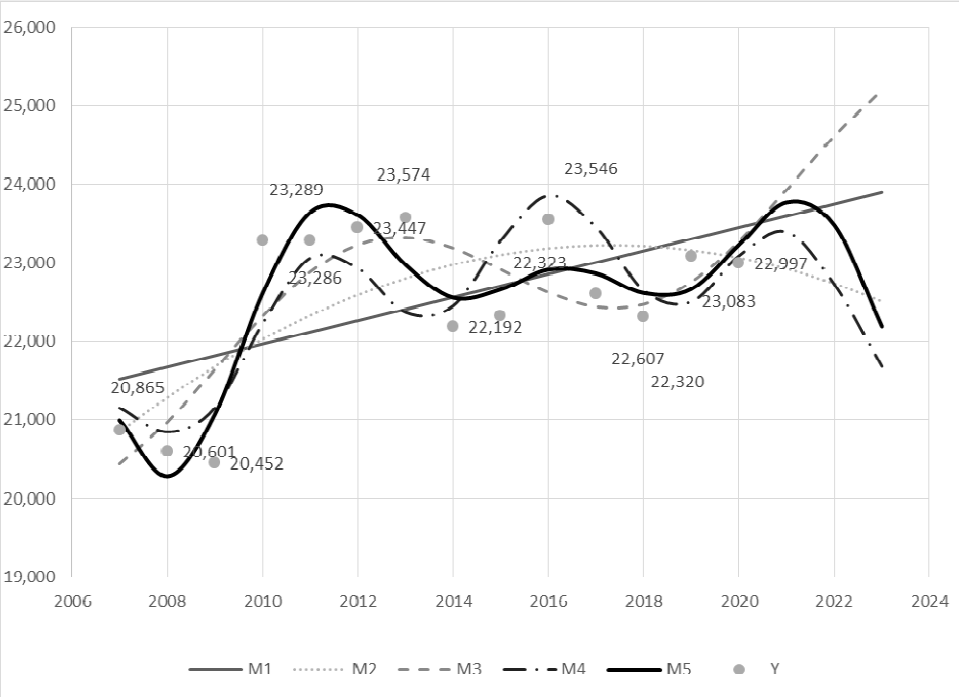
Рік	Лінійна	Прискорення	Циклічна	Лінійна + прискорення
2007	104.3%	-0.1%	-3.6%	104.3%
2008	107.1%	-0.3%	-8.3%	106.8%
2009	109.3%	-0.6%	-5.6%	108.7%
2010	97.3%	-1.0%	0.8%	96.3%
2011	98.5%	-1.5%	4.5%	97.0%

Рік	Лінійна	Прискорення	Циклічна	Лінійна + прискорення
2012	99.1%	-2.1%	3.7%	97.0%
2013	99.8%	-2.9%	0.5%	96.9%
2014	107.3%	-4.0%	-1.7%	103.3%
2015	108.0%	-5.0%	-1.4%	103.0%
2016	103.6%	-5.9%	-0.4%	97.7%
2017	109.2%	-7.4%	-0.7%	101.8%
2018	111.9%	-8.9%	-1.7%	103.0%
2019	109.5%	-10.1%	-1.2%	99.4%
2020	111.2%	-11.8%	1.6%	99.4%
2021	108.4%	-13.1%	4.3%	95.3%

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Рисунок 3

Порівняння отриманих моделей та прогноз динаміки частки експорту високотехнологічної продукції Великобританії в її промисловому експорті до 2023 р.



1-ша гармоніка високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) забезпечує від -1,201 до 1,198%, що становить від -5,69% до 5,11% від його динаміки за досліджуваний період. 2-га гармоніка високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) забезпечує від -1,343 до 1,354%, що становить від -6,57% до 5,89% його динаміки за досліджуваний період. Сумарний вплив циклічної складової високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) становить від -1,718 до 1,051%, що становить від -8,34% до 4,51% його динаміки за досліджуваний період.

Вплив інших факторів високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції) забезпечує від -0,624 до 0,677%, що становить від -3,05% до 2,91% від його динаміки за досліджуваний період.

Оскільки швидкість більше нуля, то простежується зростання динаміки високотехнологічного експорту (% від експорту промислової продукції). Оскільки прискорення менше нуля, то уповільнюється динаміка високотехнологічного експорту (% від експорту виробленої продукції).

Амплітуда 1-ї гармоніки більше нуля вказує на початковий позитивний вплив циклічного фактора на динаміку високотехнологічного експорту (% від експорту виробленої продукції), вона стане негативною через 0,25 періоду, тобто через 1,50 року, а максимально негативною вона буде через 0,5 періоду, тобто через 2,99 року.

Якщо амплітуда 2-ї гармоніки більше нуля, то можна говорити про початковий позитивний вплив циклічного фактора на динаміку високотехнологічного експорту (% від експорту виробленої продукції), вона стане негативною через 0,25 періоду, тобто через 1,79 року, а максимально негативною – через 0,5 періоду, тобто через 3,59 року.

Оцінка впливу циклічних складових на динаміку цих показників і між собою

Порівняємо циклічні складові динаміки високотехнологічного експорту, частку високотехнологічного експорту в загальному промисловому експорті, частку високотехнологічного експорту у ВВП країни і сам ВВП та експорт промислової продукції (табл. 13).

Ще раз повторимо, оскільки для деяких показників отримано негативні значення періоду коливань, економічний сенс негативних частот коливань йде на визначення напрямку цих коливань, а математично функція синуса замінюється косинусом, то на цьому етапі дослідження ми умовно враховуємо частоту і період коливань тільки за модулем.

Таблиця 13

Аналіз впливу циклічної складової на динаміку досліджуваних показників

Параметр	Високотехнологічний експорт (у постійних цінах 2010 року, млрд дол. США)	Високотехнологічний експорт (% від експорту промислової продукції)	Високотехнологічний експорт (% від ВВП)	ВВП (у постійних цінах 2010 року, млрд дол. США)	Експорт промислової продукції (у постійних цінах 2010 року, млрд дол. США)
1-ша гармоніка					
Кутова частота, радіанів	1,50	1,05	1,05	12,84	8,032
Періодичність, разів на рік	0,24	0,17	0,17	2,04	1,278
Період, років	4,17	5,99	5,99	0,49	0,782
Фаза, радіанів	1,03	3,28	2,28	-146,74	183,176
Зміщення, частка періоду	0,16	0,52	0,36	-23,35	29,153
Зміщення, років	0,68	3,13	2,17	-11,43	-22,806
Зміщення, місяців	8,21	37,53	26,02	-137,10	-273,673
Амплітуда,	36,04	1,28	0,10	850,96	-25,224
Вплив на динаміку, макс., %	54,13%	5,11%	3,59%	37,25%	7,96%
Вплив на динаміку, мін., %	-52,46%	-5,69%	-4,60%	-34,16%	-11,84%
2-га гармоніка					
Кутова частота, радіанів	1,46	0,88	1,02	13,49	12,890
Періодичність, разів на рік	0,23	0,14	0,16	2,15	2,051
Період, років	4,32	7,18	6,15	0,47	0,487
Фаза, радіанів	-1,66	1,95	2,14	-149,77	-205,779
Зміщення, частка періоду	-0,26	0,31	0,34	-23,84	-32,751
Зміщення, років	-1,14	2,22	2,10	-11,10	-15,965
Зміщення, місяців	-13,72	26,67	25,20	-133,21	-191,578
Амплітуда,	34,16	1,36	0,10	179,59	-87,153
Вплив на динаміку, макс., %	50,97%	5,89%	3,82%	7,80%	30,51%
Вплив на динаміку, мін., %	-52,07%	-6,57%	-4,54%	-7,36%	-24,04%
Сумарний вплив циклічної компоненти на динаміку показника, макс., %	105,10%	11,00%	7,41%	45,05%	38,47%
Сумарний вплив циклічної компоненти на динаміку показника, мін., %.	-104,53%	-12,26%	-9,13%	-41,52%	-35,88%
Сумарний зважений вплив циклічної компоненти на динаміку показника, макс., %	18,74%	4,51%	6,75%	45,05%	33,90%
Сумарний зважений вплив циклічної компоненти на динаміку показника, мін., %	-19,73%	-8,34%	-8,44%	-38,64%	-30,07%

Джерело: власні розрахунки на основі даних World Bank (n.d.) та Bureau of Statistics (n.d.).

Які фактори можуть створювати циклічний вплив? Інфляція (розрахунки ведуться в цінах 2010 р.) і сезонні коливання (дані беруться загалом за рік, а не поквартально) неможливі. Коливання високотехнологічного експорту є поєднанням найбільш наукомістких галузей – аерокосмічної, приладобудівної, інформаційних технологій і фармацевтики. Ці цикли можуть відображати як життєвий цикл створення, впровадження і виходу на світовий ринок нових видів високотехнологічних товарів, так і кон'юнктуру ринку, попит на цю продукцію з боку національних виробників.

Зазначимо, що в динаміці високотехнологічного експорту простежується сильний вплив циклічних складових, але їхній сумарний вплив погашено до рівня + -19–20%. Ці цикли мають періоди коливань в 4,5 і 4,3 року, що вказує на вплив короткочасних процесів. Початкова фаза коливань становить -1,1 і +0,8 року, тобто коливальна складова початку впливу 1-ї гармоніки на динаміку високотехнологічного експорту десь з 2006 р., а друга – з 2008 р.

Наступний показник – частка високотехнологічного експорту в загальному промисловому експорті країни.

Простежується менший ступінь впливу циклічних складових на динаміку показника: від -2,51% до +3% (1-ша гармоніка), і від -3,03% до +2,68% (2-га гармоніка), що дає ефект від -5,11% до +4,99% за їх поєднання. Період коливань обох гармонік однаковий, у 4-7 разів менше, ніж у першому випадку: 0,6 – 1,1 року. Тобто частка високотехнологічного в загальному промисловому експорті менш схильна до циклічних коливань, ніж його абсолютна зміна.

Якщо розглянути динаміку частки високотехнологічного експорту у ВВП країни (також очищеного від інфляційних процесів, перерахувавши його в ціни 2010 р.), то виявимо, що відносно ВВП коливальні явища мали приблизно такий самий вплив, як і на динаміку частки високотехнологічного експорту в загальному обсязі промислового експорту: від -8,47% до +6,8%. Гармонійні коливання мали практично ідентичні періоди 5,99 і 6,15 року, амплітуди коливань 0,1 і 0,1, початкові фази коливань 2,17 року і 2,1 року, що вказує на схожість характеру коливань із середнім періодом в 6 років.

Експорт промислової продукції Великобританії більшою мірою схильний до циклічних коливань порівняно з її високотехнологічним експортом. Причому негативний вплив циклічної складової в 1,5 разу більше і досягає -30,07%, а позитивний вплив у 1,75 разу вище + 33,9%.

Висновки

У дослідженні визначено наявність циклічних складових у динаміці високотехнологічного експорту Великобританії за 2007–2020 рр. з періодом 4,5 та 4,3 року. Це на 5–10% коротше, ніж у Німеччині, у 1,5 рази швидше, ніж в Австрії, і в 2 рази швидше, ніж у Польщі й Нідерландах, і в 3 рази швидше, ніж в Україні. Чим коротший цей період, тим швидше відбувається розвиток високотехнологічного сектору економіки країни.

Також були встановлені циклічні складові в динаміці таких похідних показників, як частка високотехнологічного експорту в загальному промисловому експорті (дві гармоніки з періодами 0,6 і 1,14 року) і частка у ВВП країни (дві гармоніки із середнім періодом 6 років). Це говорить про те, що відносні показники коливаються в іншому режимі на відміну від абсолютного показника.

Загальний вплив циклічної складової на динаміку високотехнологічного експорту значний: від +/- 20%. Варто зазначити, що позитивний і негативний ефекти практично рівні. Сумарний вплив циклічної складової на динаміку частки високотехнологічного експорту в промисловому експорті в 4 рази менший +/- 5%, а його частка у ВВП в 3 рази менша +/- 7%

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням факторів, розрахунком їхніх циклічних характеристик і виявленням тих, які мають схожий період, фазову й циклічну частоту і впливають на динаміку високотехнологічного експорту.

Список використаної літератури

Бєлов, О. (2023). Вплив циклічної компоненти на динаміку високотехнологічного експорту в Польщі. Вісник Економіки, 2, 8–22. http://visnykj.wunu.edu.ua/index.php/visnykj/article/view/1470

Бєлов, О., & Свистун, Л. (2022). Дослідження циклічності високотехнологічного експорту в Німеччині. Економіка і регіон, 4(87), 289–300. http://journals.nupp.edu.ua/eir/article/view/2811

Олійник, О. В. (2005). Циклічність відтворювального процесу в сільському господарстві. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва.

Саліхова, О. Б. (2012). Високотехнологічні виробництва: Від методології оцінки до піднесення в Україні : моногр. Інститут економіки та прогнозування НАН України.

Тонкаль, В. Е., & Добров Г. М. (ред.). (1987). Науково-технічний потенціал: Структура, динаміка, ефективність [російською мовою] Наукова думка.

Alemu, A. M. (2013). The Nexus between technological infrastructure and export competitiveness of high-tech products in East Asian economies. Journal of Economic Development, Management, IT, Finance & Marketing, 5(1).

Antonakakis, N., Gogas, P., Papadimitriou, T., & Sarantitis, G. A. (2016). International business cycle synchronization since the 1870s: Evidence from a novel network approach. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 447, 286–296. https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.12.029

Bäurle, G., & Burren, D. (2011). Business cycle accounting with model consistent expectations. Economics Letters, 110(1), 18–19. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2010.09.014

Breitung, J., & Eickmeier, S. (2015). Analyzing business cycle asymmetries in a multi-level factor model. Economics Letters, 127, 31–34. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2014.12.001

Bureau of Statistics. (n.d.). The United States of America annual and monthly inflation tables [interactive database]. StatBureau. Retrieved December 23, 2021. https://www.statbureau.org/en/united-states/inflation-tables

Ege, A., & Ege, A. Y. (2017). The Turkish economy and the challenge of technology: A trade perspective. New Perspectives on Turkey, 57, 31–60. https://doi.org/10.1017/npt.2017.28

Ersin, Ö., Ustabaş, A., & Acar, T. (2022). The nonlinear effects of high technology exports, R&D and patents on economic growth: A panel threshold approach to 35 OECD countries. Romanian Journal of Economic Forecasting, 25(1), 26–44. https://ipe.ro/rjef/rjef1_2022/rjef1_2022p26-44.pdf

Galindo-Rueda, F., & Verger, F. (2016). OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2016/04. https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en

Garces, E. J., & Adriatico, C. G. (2019). Correlates of high technology exports performance in the Philippines. Open Journal of Social Sciences, 7(5), 215-226. https://doi.org/10.4236/jss.2019.75018

Gupta, R., Ma, J., Risse, M., & Wohar, M. E. (2018). Common business cycles and volatilities in US states and MSAs: The role of economic uncertainty. Journal of Macroeconomics, 57, 317–337. https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2018.06.009

Haltiwanger, J., Hathaway, I., & Miranda, J. (2014). Declining business dynamism in the U.S. high-technology sector. Social Science Research Network. https://doi.org/10.2139/ssrn.2397310

Hatzichronoglou, T. (1997). Revision of the high-technology sector and product classification. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 1997/02. https://doi.org/10.1787/134337307632

He, Y., & Leippold, M. (2020). Short-run risk, business cycle, and the value premium. Journal of Economic Dynamics and Control, 120, 103993. https://doi.org/10.1016/j.jedc.2020.103993

Hsu, C.-C., Wu, J.-Y., & Yau, R. (2011). Foreign direct investment and business cycle co-movements: The panel data evidence. Journal of Macroeconomics, 33(4), 770–783. https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2011.06.001

Kabaklarli, E., Duran, M. S., & Üçler, Y. T. (2018). High-technology exports and economic growth: Panel data analysis for selected OECD countries. Forum Scientiae Oeconomia, 6(2), 47–60. https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/%20element/bwmeta1.element.desklight-9411a112-b481-4a57-b37a-721815e9db6c

Li, J., Ren, Z., & Wang, Z. (2008). Response of nonlinear random business cycle model with time delay state feedback. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 387(23), 5844–5851. https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.06.017

Mandelman, F. S., Rabanal, P., Rubio-Ramírez, J. F., & Vilán, D. (2011). Investment-specific technology shocks and international business cycles: An empirical assessment. Review of Economic Dynamics, 14(1), 136–155. https://doi.org/10.1016/j.red.2010.08.001

Manzoor, A. (2021). Non-linear dynamics of innovation activities over the business cycles: Empirical evidence from OECD economies. Technology in Society, 67, 101721. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101721

Marukawa, T. (2013). Japan's high-technology trade with China and its export control. Journal of East Asian Studies, 13(3), 483–501. https://doi.org/10.1017/S1598240800008316

Molnárová, Z., & Reiter, M. (2022). Technology, demand, and productivity: What an industry model tells us about business cycles. Journal of Economic Dynamics and Control, 134, 104272. https://doi.org/10.1016/j.jedc.2021.104272

Özsoy, S., Ergüzel, O. Ş., Ersoy, A. Y., & Saygılı, M. (2022). The impact of digitalization on export of high technology products: A panel data approach. The Journal of International Trade & Economic Development, 31(2), 277–298. https://doi.org/10.1080/09638199.2021.1965645

Palaşcă, S. (2012). Statistical evaluations of business cycle phases. Procedia Economics and Finance, 3, 119–124. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00129-3

Porter, M. (1990). Competitive advantage of nations. Competitive Intelligence Review, 1(1), 14–14. https://doi.org/10.1002/cir.3880010112

Rivlin, P. (2010). Globalization and high technology. In P. Rivlin (Ed.), The Israeli economy from the foundation of the state through the 21st century (pp. 94–117). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511921308.007

Ross, A. (2017). The Industries of the Future (Reprint edition). Simon & Schuster.

Şahin, L., & Şahin, D. K. (2021). The relationship between high-tech export and economic growth: A panel data approach for selected countries. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 20(1), 22-31. https://doi.org/10.21547/jss.719642

Saini, S., Ahmad, W., & Bekiros, S. (2021). Understanding the credit cycle and business cycle dynamics in India. International Review of Economics & Finance, 76, 988–1006. https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.08.006

Siddiqui, A. A. (2022). Technology intensive exports and growth of Asian economies. The Indian Economic Journal, 70(2), 229-248. https://doi.org/10.1177/00194662221082205

Srholec, M. (2007). High-tech exports from developing countries: A symptom of technology spurts or statistical illusion?. Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv), 143, 227–255. https://doi.org/10.1007/s10290-007-0106-z

Ustabaş, A., & Ersin, Ö. (2016). The effects of r&d and high technology exports on economic growth: A comparative cointegration analysis for Turkey and South Korea. In Proceedings of International Conference on Eurasian Economies (pp. 44–55). Kaposvar. https://doi.org/10.36880/C07.01475

The World Bank. (n.d.). World Development Indicators | DataBank. [interactive database]. Retrieved August 31, 2020 from https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=TX.VAL.TECH.CD&country=

Xi, N., Muneepeerakul, R., Azaele, S., & Wang, Y. (2014). Maximum entropy model for business cycle synchronization. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 413, 189–194. https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.07.005

Yan, C., & Huang, K. X. D. (2020). Financial cycle and business cycle: An empirical analysis based on the data from the U.S. Economic Modelling, 93, 693–701. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.01.018

Yang, B., & Zhu, S. (2021). Public funds in high-tech industries: A blessing or a curse. Socio-Economic Planning Sciences, 101037. https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101037

Yang, M. (2020). Remeasuring and decomposing stochastic trends in business cycles. Research in Economics, 74(4), 354–362. https://doi.org/10.1016/j.rie.2020.10.006

Yogo, M. (2008). Measuring business cycles: A wavelet analysis of economic time series. Economics Letters, 100(2), 208–212. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2008.01.008

Отримано: 1 вересня 2023 р.
Рецензовано: 28 вересня 2023 р.
Рекомендовано до друку: 6 листопада 2023 р.