

УДК 339.5:519.25: 330.4

JEL classification: C51, E32, O33

DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.02.008>

Олександр БЕЛОВ,

кандидат економічних наук, докторант,
Полтавський державний аграрний університет,
вул. Сковороди 1/3, Полтава, Україна, 36003,
e-mail: rdnaxel@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-7910-8174

ВПЛИВ ЦИКЛІЧНОЇ КОМПОНЕНТИ НА ДИНАМІКУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ЕКСПОРТУ В ПОЛЬЩІ

Белов О. Вплив циклічної компоненти на динаміку високотехнологічного експорту в Польщі. *Вісник економіки*. 2023. Вип. 2. С. 8–22. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.02.008>

Belov, O. (2023). Vplyv tsykhlichnoi komponenty na dynamiku vysokotekhnolohichnoho eksportu v Polshchi [Cyclical component impact on high-technology export dynamics in Poland]. *Visnyk ekonomiky – Herald of Economics*, 2, 8-22. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2023.02.008>

Анотація

Вступ. Стаття є частиною загального дослідження чисельного оцінювання впливу науково-технічного розвитку країни на її економічне зростання і входить в її першу частину, що розглядає питання аналізу динаміки виробництва та експорту високотехнологічної продукції в різних країнах світу з метою використання їхнього позитивного досвіду і врахування негативного у відновленні економіки України в післявоєнний час.

Мета. Мета дослідження – визначення ступеня впливу циклічної компоненти на динаміку експорту високотехнологічної продукції у Польщі.

Методи дослідження. Як інструмент державного регулювання у сфері інноваційного та науково-технічного розвитку було запропоновано авторську методичку для аналізу структури динаміки експорту високотехнологічної продукції. Методика розкриває економічний зміст та дає змогу виокремити у структурі динаміки експорту високотехнологічної продукції такі складові: рівномірне зростання; прискорене зростання; циклічне зростання. А також дає змогу розглянути, як змінюється частка впливу циклічної складової, якщо високотехнологічний експорт розглядати як частку всього промислового експорту і як частку ВВП, а також зіставити зі структурою динаміки ВВП країни загалом.

Результати. У роботі показано, що динаміка високотехнологічного експорту Польщі має циклічний характер розвитку. Визначено економічні цикли з періодами 9,3 і 9,6 років і розрахований рівень впливу циклічної складової на загальну тенденцію,

що у 1,5 і 2 рази повільніше відносно аналогічної динаміки таких країн, як Австрія і Німеччина. Визначений загальний зважений вплив циклічної складової на динаміку високотехнологічного експорту доволі значний і становить від -8,19% до 19,15%.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати дослідження дають змогу забезпечити здійснення ефективної державної політики з відновлення економіки України у післявоєнний час.

Ключові слова: конкурентоспроможність, науково-технічний розвиток, економічний цикл, високотехнологічний експорт.

Формули: 5, рис.: 2, табл.: 8, бібл.: 22.

Aleksandr BELOV,
PhD, doctoral student,
Poltava State Agrarian University,
1/3 Skovorody Street, Poltava, Ukraine, 36003,
e-mail: rdnaxel@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-7910-8174

CYCLICAL COMPONENT IMPACT ON HIGH-TECHNOLOGY EXPORT DYNAMICS IN POLAND

Abstract

Introduction. This article is part of a general study of the numerical assessment of the country's scientific and technical development impact on its economic growth. It is included in its first part, which considers the analysis of the production and the export of high-tech products dynamics in different world countries. This will give Ukraine the opportunity to use certain positive experiences and take into account negative trends in the process of restoring its own economy in the post-war period.

Purpose. The purpose is to determine the degree of cyclical component impact on the export of high-tech products dynamics in Poland.

Methods. As a tool of state regulation in the field of innovation and scientific and technical development, the author's methodology for analyzing the structure of the high-tech products export dynamics was proposed. The methodology reveals the economic meaning and allows to distinguish the following components in the structure of the high-tech products export dynamics: uniform growth; accelerated growth; cyclical growth. And it also allows us to consider how the share of the cyclical component impact changes, if high-tech exports are considered as a share of all industrial exports and as a share of GDP, and also compared with the structure of the country's GDP dynamics as a whole.

Conclusions. The research showed that the Poland high-tech export dynamics has a cyclical nature of development. Economic cycles with periods of 9.3 and 9.6 years were determined and the level of influence of the cyclical component on the general trend was calculated, which is 1.5 and 2 times slower relative to the similar dynamics of countries such as Austria and Germany. The determined overall weighted impact of the cyclical component on the high-tech exports dynamics is quite significant and ranges from -8.19% to 19.15%.

Discussion. *The obtained study results will ensure the implementation of an effective state policy for the Ukraine economy recovery in the post-war period.*

Keywords: *competitiveness, scientific and technical development, economic cycle, high-tech export.*

Formulas: 5, **fig.:** 2, **table:** 8, **bibl.:** 22.

JEL classification: C51, E32, O33

Вступ. Стаття є частиною загального дослідження, в якому аналізуються інші країни з високим світовим рівнем високотехнологічного експорту за запропонованою авторською методикою з метою побудови моделі для здійснення чисельного оцінювання впливу сфери науково-технічної діяльності на розвиток національної економіки країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасний конкурентний розвиток економіки країни неможливий без високого ступеня використання здобутків її науково-технічного потенціалу. Високотехнологічний сектор охоплює галузі економіки, які мають найбільший ступінь наукоємності виробництва. До них належать фармацевтична, інформаційна, космічна, хімічна, комп'ютерна галузі, а також виробництво складного наукового й виробничого обладнання і військової зброї [1–3]. Питання забезпечення науково-технічного розвитку національної економіки розглянуто у працях Г. М. Доброва [4], В. М. Гейця [5], Ю. М. Бажала [6] та ін.

Експорт країни – одне із важливих джерел, що формують її ВВП. Структура експорту у кожній країні має певні особливості. В розвинених країнах значну її частину становить саме виробничий експорт, що відображає певним чином як ступінь розвитку виробництва в країні, так і зацікавленість інших країн у її виробничих товарах. Але, погоджуючись із висновками Саліхової [7], ядро, що забезпечує високу конкурентоздатність економіки країни, визначає саме вага її експорту хайтеку.

Питання розвитку високотехнологічного сектору в Китаї і вплив на нього державної політики вивчають Янг та Чжу, [8], у США – Халтивангер [9], у Ізраїлі – Рівлін [10], у Японії – Марукава [11], країнах Європейського Союзу – Срхолек [12], країн ОЄСР – Каракларли, Сахин, Єрсін [13–15], деяких країн Азії – Сіддікі [16] та ін.

Однак питання циклічності в динаміці високотехнологічного експорту все ще не вивчені.

Мета дослідження. Мета дослідження – визначити ступінь впливу циклічної компоненти на динаміку експорту високотехнологічної продукції у Польщі і розрахувати частку впливу циклічної складової на динаміку експорту високотехнологічної продукції, а також 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.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення цього завдання використовується метод кореляційно-регресійного аналізу з включенням у циклічну складову [17; 18]. Для аналізу М1-М5 (табл. 1) в порядку зростання складності було вибрано 5 типів моделей: проста лінійна, модель прискорення, лінійна модель з циклом, модель прискореного розвитку з одним циклом, а також прискореного розвитку з двома циклами.

Таблиця 1

**Види економетричних моделей для регресійного аналізу
високотехнологічної динаміки експорту**

Модель	Формула	Ім'я
M1	$y=a+b*x$	Лінійних
M2	$y=a+b*x+c*x^2$	лінійний з прискоренням
M3	$y=a+b*x+c*\sin(d*x+e)$	лінійний з циклом
M4	$y=a+b*x+c*x^2+d*\sin(e*x+f)$	лінійний з прискоренням & цикл
M5	$y=a+b*x+c*x^2+d*\sin(e*x+f)+g*\sin(h*x+i)$	лінійний з прискоренням & два цикли

Джерело: розроблено автором.

Під поняттям «прискорений розвиток» розуміють прискорення руху від природничих наук, математично воно представлено у вигляді параметра $c * x^2$, саме прискорення дорівнює $2c$.

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

Таблиця 2

Економічна характеристика параметрів рівняння регресії

Параметри моделі					Економічна характеристика	Одиниці виміру
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/рік ²
2. Цикли						
-	-	$C*\sin(D*X +E)$	$d*\sin(e*x +f)$	$d*\sin(e*x +f)$	1-а гармоніка	\$ США 2010
-	-	c	d	d	Амплітуда циклічних коливань - максимальне відхилення	\$US 2010
-	-	d	i	i	Циклічна частота	радіан
-	-	i	f	f	Початкова фаза циклу	радіан
-	-	No1	No1	No1	Частота коливань	разів
-	-	T1	T1	T1	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

продовження таблиці 2

-	-	-	-	H2	Частота коливань	разів
-	-	-	-	T2	Період коливань	рік

Джерело: розроблено автором.

Алгоритм дослідження буде складатися з таких етапів:

1. Знаходження параметрів обраних видів економетричних моделей і порівняння їхніх статистичних характеристик для оцінювання динаміки експорту високотехнологічної продукції.

2. Зіставлення отриманих результатів і фактичних даних.

3. Окреме порівняння параметрів циклічної складової отриманих моделей.

4. Вибір кращої економіко-математичної моделі для оцінювання динаміки експорту високотехнологічної продукції, її аналіз та економічна інтерпретація.

5. Виявлення частки впливу циклічної складової в цій моделі.

6. Пункти 1-5 для питомої ваги високотехнологічного експорту у виробничому експорті, питомої ваги високотехнологічного експорту у ВВП і окремо для ВВП і виробничого експорту.

7. Оцінювання впливу циклічних компонентів на динаміку цих показників і між собою.

Дослідження проводитиметься на прикладі Польщі. Ця країна є членом Європейського Союзу, у 2020 р. посідає 23 місце серед 217 країн за високотехнологічним експортом, а її частка на світовому ринку високотехнологічного експорту становить 0,70%.

Вихідні дані представлені в табл. 3.

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 [19] доступні тільки з 2007 р. Є ще один показник – частка експорту технологічної продукції в експорті промислової продукції (високотехнологічний експорт (% від виробленого експорту)). З цього сайту взято дані про динаміку ВВП за той самий період. Очистити статистику від інфляції через конвертацію в ціни в 2010 р. – дані сайту про інфляцію в США [20]. Динаміка частки експорту високотехнологічної продукції у ВВП розрахована на основі наведених вище даних.

Зазначимо, що простежується значна позитивна динаміка збільшення обсягів експорту високотехнологічної продукції в Польщі – його фізичне зростання відбулося з 2007 р. майже у 4 рази. У відносному вимірі також відбуваються позитивні зміни: питома вага високотехнологічного експорту у виробничому експорті збільшилася з 3,8% до 9,86 %, але таке збільшення відбувалося хвилеподібно з певними підйомами і спадами.

Питома вага високотехнологічного експорту у ВВП Польщі також збільшувалася з 0,97% у 2007 р. до 3,35% більше ніж у 3 рази. Тут треба зробити ремарку – за цей період в країні також зросли обсяг фінансування науково-дослідних робіт з 0,6% від ВВП до 1,4% [21], що є важливим фактором, який вплинув на таку динаміку високотехнологічного експорту. Україна в цьому аспекті, на жаль, допустила помилку, не забезпечивши законодавчо закріпленої норми фінансування власної науки на рівні 1,7%, а утримувала її фінансування на рівні 0,3% від ВВП за аналогічний період.

Динаміка ВВП, High-technology exports, його частки в промисловому експорті та ВВП

Year	High-technology exports (constant 2010 billion US\$)	High-technology exports (% of manufactured exports)	High-technology exports (% of GDP)	GDP (constant 2010 billion US\$)	Manufactured exports (constant 2010 billion US\$)
2007	4,3732	3,7750	0,9768	447,7111	115,8471
2008	7,4648	5,2296	1,3418	556,3451	142,7399
2009	7,8111	7,0786	1,7500	446,3336	110,3467
2010	9,5865	7,7154	1,9979	479,8342	124,2516
2011	9,4185	6,6166	1,8356	513,1131	142,3476
2012	10,2402	7,8100	2,1517	475,9107	131,1165
2013	12,8472	8,7434	2,6217	490,0326	146,9362
2014	15,6403	10,0676	3,0887	506,3688	155,3530
2015	15,2907	10,7744	3,4534	442,7756	141,9166
2016	15,3308	10,7143	3,5729	429,0918	143,0871
2017	16,7471	10,6663	3,5775	468,1295	157,0093
2018	18,9854	10,3940	3,7045	512,4909	182,6583
2019	16,9127	9,8520	3,3199	509,4349	171,6678
2020	16,8017	9,8642	3,3466	502,0474	170,3304

Джерело: авторські розрахунки на основі даних [19; 20].

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

Таблиця 4

Розрахунок параметрів економетричних моделей, що оцінюють динаміку експорту високотехнологічної продукції Польщі в 2007–2020 рр.

	M1	M2	M3	M4	M5
Coefficient I	a =5,0316 b =1,0191	a =2,7371 b =1,8796 c =-0,0574	a =7,8314 b =0,5305 c =-3,2054 d =0,2818 e =1,6381	a =2,0521 b =2,0125 c =-0,0627 d =-0,0498 e =0,6110 f =6,1074	a =2,1401 b =2,0512 c =-0,0681 d =-0,4234 e =0,6780 f =3,9773 g =-0,4249 h =0,6545 i =3,8407
Standard Error	1,4031	1,1299	1,1454649	1,3670973	1,3845705
Correlation Coefficient	0,9535	0,9726	0,9770184	0,9708104	0,9813871
Comments:			The fit converged to a tolerance of 0.1 in 34 iterations. No weighting used.	The fit converged to a tolerance of 0.1 in 17 iterations. No weighting used.	The fit converged to a tolerance of 0.1 in 19 iterations. No weighting used.

Джерело: розроблено автором.

Як бачимо, коефіцієнт кореляції збільшується в міру ускладнення типу моделі. Звичайна лінійна модель (M1) має ядро А К 0,95, а лінійна модель з прискоренням і з урахуванням двох гармонік (M5) Ксог, яка дорівнює 0,98 (табл. 4). Варто зазначити, що модель M5, яка враховує циклічні компоненти, дає найвищі значення коефіцієнта кореляції, що вказує на наявність коливальних процесів у динаміці високотехнологічного експорту в цій країні. Це також означає, що динаміка високотехнологічного експорту Польщі в 2007–2020 рр. характеризувалася як лінійною тенденцією, так і наявністю прискорення (в такому разі воно має негативне значення, яке характеризує уповільнення в розвитку) і циклічної складової.

Табл. 5 дає нам змогу оцінити прогнозні значення високотехнологічного експорту на три роки (до 2023 р.). Моделі (M1, M2, M4 і M5) показують прогнозоване зростання високотехнологічного експорту в 2023 р. з 16,945 до 22,357 млрд дол. США в цінах 2010 р.

Таблиця 5

**Прогноз динаміки експорту високотехнологічної продукції Польщі
за отриманими моделями**

Year	M1	M2	M3	M4	M5	Y
2007	6,051	4,559	5,350	3,981	4,961	4,373
2008	7,070	6,267	6,304	5,783	6,699	7,465
2009	8,089	7,860	7,462	7,476	7,990	7,811
2010	9,108	9,338	8,775	9,060	9,013	9,587
2011	10,127	10,701	10,181	10,534	10,005	9,419
2012	11,146	11,949	11,611	11,886	11,155	10,240
2013	12,165	13,083	12,994	13,107	12,528	12,847
2014	13,185	14,102	14,262	14,188	14,034	15,640
2015	14,204	15,007	15,358	15,126	15,468	15,291
2016	15,223	15,796	16,237	15,923	16,598	15,331
2017	16,242	16,471	16,871	16,589	17,266	16,747
2018	17,261	17,032	17,252	17,133	17,453	18,985
2019	18,280	17,477	17,392	17,567	17,288	16,913
2020	19,299	17,808	17,323	17,893	16,989	16,802
2021	20,318	18,024	17,090	18,109	16,776	
2022	21,338	18,125	16,754	18,207	16,770	
2023	22,357	18,112	16,384	18,177	16,945	

Джерело: розроблено автором.

Порівняння отриманих моделей і прогнозів представлено на рис. 1, згідно з яким Y посилається на фактичні дані, а рядки показують тенденції розрахункових закономірностей.

З урахуванням коефіцієнтів кореляції, для подальшого аналізу виберемо модель з найбільшим її значенням – M5. В економічному сенсі це означає, що існує два цикли.

Згідно з проведеними розрахунками, обираємо модель, яка найкраще описує динаміку експорту високотехнологічної продукції Польщі в 2007–2020 рр., – модель M5.

Щоб зрозуміти, як циклічна складова впливає на динаміку високотехнологічного експорту, розрахуємо вплив кожної складової моделі M5 в абсолютних (табл. 6) і відносних (табл. 7) значеннях, а також похибку (відхилення) розрахункових значень від фактичних.

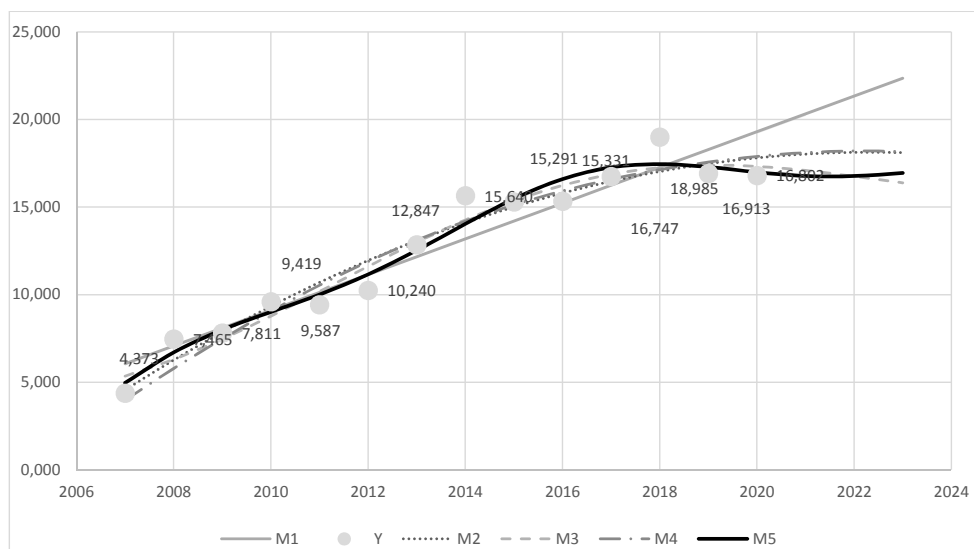


Рис. 1. Порівняння отриманих моделей та прогнозування динаміки експорту високотехнологічної продукції Польщі до 2023 р.

Джерело: розроблено автором.

У табл. 7 також розраховуються такі параметри, як середнє, медіанне, максимальне і мінімальне для кожної складової. З огляду на природу циклічної складової значення середнього і медіани будуть близько нуля, що не дає нам інформацію про їхній вплив. Значення максимуму і мінімуму показують сферу впливу, який надає циклічна складова на динаміку високотехнологічного експорту.

Таблиця 6

Аналіз структури моделі M5 динаміки експорту високотехнологічної продукції, у млрд дол. США (в постійних цінах 2010 р.)

Year	a	bx	cx ²	d*sin(e*x+f)	g*sin(h*x+i)	Yteor	Y	Δ
2007	2,1401	2,0512	-0,0681	0,4227	0,4149	4,9608	4,3732	-0,5876
2008	2,1401	4,1025	-0,2726	0,3444	0,3849	6,6993	7,4648	0,7654
2009	2,1401	6,1537	-0,6133	0,1138	0,1958	7,9902	7,8111	-0,1791
2010	2,1401	8,2050	-1,0903	-0,1672	-0,0742	9,0134	9,5865	0,5731
2011	2,1401	10,2562	-1,7035	-0,3742	-0,3135	10,0050	9,4185	-0,5865
2012	2,1401	12,3074	-2,4531	-0,4157	-0,4233	11,1555	10,2402	-0,9153
2013	2,1401	14,3587	-3,3389	-0,2733	-0,3581	12,5284	12,8472	0,3188
2014	2,1401	16,4099	-4,3611	-0,0101	-0,1449	14,0340	15,6403	1,6063
2015	2,1401	18,4612	-5,5195	0,2577	0,1281	15,4676	15,2907	-0,1769
2016	2,1401	20,5124	-6,8142	0,4114	0,3483	16,5980	15,3308	-1,2672
2017	2,1401	22,5637	-8,2452	0,3832	0,4244	17,2663	16,7471	-0,5191
2018	2,1401	24,6149	-9,8124	0,1855	0,3252	17,4533	18,9854	1,5321
2019	2,1401	26,6661	-11,5160	-0,0942	0,0916	17,2876	16,9127	-0,3749
2020	2,1401	28,7174	-13,3558	-0,3323	-0,1799	16,9895	16,8017	-0,1878
2021	2,1401	30,7686	-15,3319	-0,4234	-0,3770	16,7764		
2022	2,1401	32,8199	-17,4443	-0,3272	-0,4183	16,7701		
2023	2,1401	34,8711	-19,6930	-0,0863	-0,2867	16,9452		

Джерело: розроблено автором.

Таблиця 7

Аналіз структури моделі М5 динаміки НтЕ в %

Year	a	bx	cx ²	d*sin(e*x+f)	g*sin(h*x+i)	Yteor	Y	Δ
2007	48,9%	46,9%	-1,6%	9,7%	9,5%	113,4%	100,0%	-13,4%
2008	28,7%	55,0%	-3,7%	4,6%	5,2%	89,7%	100,0%	10,3%
2009	27,4%	78,8%	-7,9%	1,5%	2,5%	102,3%	100,0%	-2,3%
2010	22,3%	85,6%	-11,4%	-1,7%	-0,8%	94,0%	100,0%	6,0%
2011	22,7%	108,9%	-18,1%	-4,0%	-3,3%	106,2%	100,0%	-6,2%
2012	20,9%	120,2%	-24,0%	-4,1%	-4,1%	108,9%	100,0%	-8,9%
2013	16,7%	111,8%	-26,0%	-2,1%	-2,8%	97,5%	100,0%	2,5%
2014	13,7%	104,9%	-27,9%	-0,1%	-0,9%	89,7%	100,0%	10,3%
2015	14,0%	120,7%	-36,1%	1,7%	0,8%	101,2%	100,0%	-1,2%
2016	14,0%	133,8%	-44,4%	2,7%	2,3%	108,3%	100,0%	-8,3%
2017	12,8%	134,7%	-49,2%	2,3%	2,5%	103,1%	100,0%	-3,1%
2018	11,3%	129,7%	-51,7%	1,0%	1,7%	91,9%	100,0%	8,1%
2019	12,7%	157,7%	-68,1%	-0,6%	0,5%	102,2%	100,0%	-2,2%
2020	12,7%	170,9%	-79,5%	-2,0%	-1,1%	101,1%	100,0%	-1,1%
Average	19,9%	111,4%	-32,1%	0,6%	0,9%	100,7%	100,0%	-0,7%
Me	15,3%	116,0%	-26,9%	0,5%	0,7%	101,7%	100,0%	-1,7%
Max	48,9%	170,9%	-1,6%	9,7%	9,5%	113,4%	100,0%	10,3%
Min	11,3%	46,9%	-79,5%	-4,1%	-4,1%	89,7%	100,0%	-13,4%

Джерело: розроблено автором.

На прикладі Польщі простежується така картина: циклічна складова суттєво впливає на загальну динаміку високотехнологічного експорту в цій країні. Перша і друга гармоніки мають аналогічну дію в межах від -4,1% до +9,7%, але незабаром відбудеться посилення негативного впливу. Тобто гармоніки доповнюють вплив один іншого протягом усього розглянутого періоду (рис. 2).

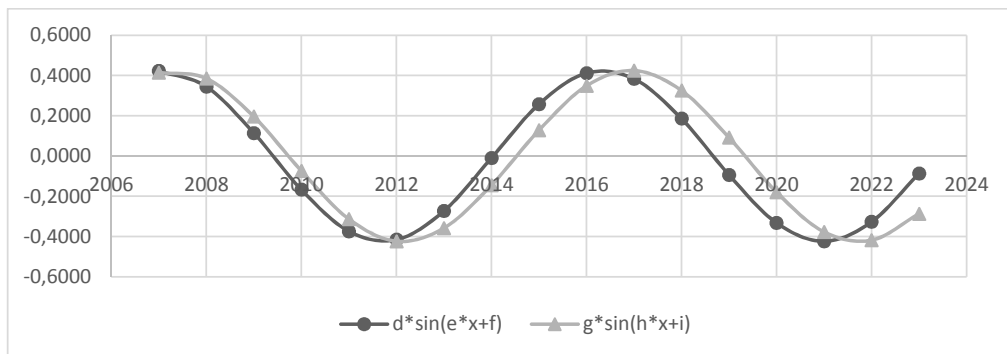


Рис. 2. Порівняння циклічних складових динаміки високотехнологічного експорту
Джерело: розроблено автором.

Табл. 7 дає змогу оцінити вплив кожної складової Моделі 5 на динаміку високотехнологічного експорту Польщі. Також порівнюємо їх з похибкою, яка описує інші випадкові чинники. Їхній вплив коливається від -13,4% до +10,3%. Критичні значення (максимум і мінімум) циклічної складової можна порівняти з критичними значеннями випадкових чинників. Високотехнологічний експорт Польщі: 1) має деяку постійну основу (a), що є важливою позитивною складовою. З огляду на конкретні

факти можна припустити, що вона, швидше за все, визначається довгостроковими договорами поставки зі своїми діловими партнерами; 2) має певні постійні темпи зростання, вплив яких на динаміку лінійно зростає. Можна припустити, що це так звані бізнес-плани – проекти з розширення експорту щороку з території цієї країни, впровадження нових типів, видів продукції хайтек – лінійне зростання; 3) чинники, що гальмують динаміку, – вплив яких зростає в геометричній прогресії. Чинників може бути багато – зниження кваліфікації працівників, зміна кон'юнктури ринку на постійній основі протягом усього досліджуваного періоду, технологічні труднощі, дія адміністративних законів і нормативних актів, що уповільнюють експорт, постійне зростання впливу конкурентів, насичення ринку і т. д.; 4) циклічні чинники такі самі, як і в пункті 3, але вже розвиваються циклічно; 5) випадкові чинники – все інше переважно випадкові події – нещасні випадки, помилки в логістиці, виробництві, фінансових потоках, психології та ін.

Порівняємо циклічні складові динаміки високотехнологічного експорту, частку високотехнологічного експорту в загальному обсязі промислового експорту (виробленого експорту), частку високотехнологічного експорту у ВВП країни і сам ВВП, вироблений експорт (табл. 8).

Оскільки за деякими показниками отримано негативні значення періоду коливань і оскільки економічний сенс негативних частот коливань переходить у визначення напрямку цих коливань, а математично синусоїдна функція замінюється косинусом, то на цьому етапі дослідження ми умовно будемо враховувати частоту і період коливань тільки за модулем.

Які чинники можуть створити циклічний вплив? Виключається інфляція (розрахунки проводяться в цінах 2010 р.) і сезонні коливання (дані беруться загалом за рік, а не квартал). Коливання високотехнологічного експорту становлять сукупність галузей – аерокосмічної, приладобудівної, інформаційних технологій і фармацевтики – найбільш наукомістких галузей. Такі цикли можуть відображати, з одного боку, життєвий цикл створення, впровадження і виходу на світовий ринок нових видів високотехнологічних товарів, а з іншого – кон'юнктуру ринку, попит на цю продукцію з боку національних виробників.

Зазначимо, що в динаміці високотехнологічного експорту простежується помірний вплив циклічних складових, сумарний зважений ефект яких знаходиться в межах від -8,19% до 19,15%. Ці цикли мають періоди коливань 9,3 і 9,6 року, що свідчить про вплив короткочасних процесів. Відносно аналогічних показників в Австрії це у 1,5 разу повільніше [22]. Початкові фази коливань - 5,87 і 5,87 року, тобто коливальна складова 1-ї гармоніки почала впливати на динаміку високотехнологічного експорту приблизно з 2013 р., а 2-ї – з 2013 р.

Наступний показник – частка високотехнологічного експорту в загальному обсязі промислового експорту країни.

Таблиця 8

Аналіз впливу циклічної складової на динаміку досліджуваних показників

Parameter	High-technology exports (constant 2010 billion US\$)	High-technology exports (% of manufactured exports)	High-technology exports (% of GDP)	GDP (constant 2010 billion US\$)	Manufactured exports (constant 2010 billion US\$)
1st harmonica					
Angular frequency, radians	0,68	0,94	0,85	2,13	1,942
Frequency, times in year	0,11	0,15	0,14	0,34	0,309
Period, years	9,27	6,69	7,38	2,95	3,235
Phase, radians	3,98	22,98	-3,57	-7,01	-5,263
Offset, period fraction	0,63	3,66	-0,57	-1,12	-0,838
Offset, years	5,87	-24,47	-4,20	-3,29	-2,710
Offset, months	70,40	-293,70	-50,35	-39,50	-32,524
Amplitude,	-0,42	0,81	-0,26	-100,91	-11,858
Effect on dynamics, max, %	9,67%	12,01%	18,21%	14,41%	8,16%
Effect on dynamics, min, %	-4,06%	-10,36%	-11,87%	-23,29%	-8,29%
2nd harmonica					
Angular frequency, radians	0,65	2,19	0,10	2,20	2,319
Frequency, times in year	0,10	0,35	0,02	0,35	0,369
Period, years	9,60	2,87	65,64	2,85	2,709
Phase, radians	3,84	-18,62	6,36	-4,66	-5,635
Offset, period fraction	0,61	-2,96	1,01	-0,74	-0,897
Offset, years	5,87	-8,50	-66,43	-2,11	-2,430
Offset, months	70,42	-102,02	-797,20	-25,35	-29,155
Amplitude,	-0,42	0,26	-10,77	-96,84	-9,137
Effect on dynamics, max, %	9,49%	4,60%	306,86%	22,44%	6,14%
Effect on dynamics, min, %	-4,13%	-5,01%	21,35%	-20,10%	-8,03%
The total effect of the cyclical component on the dynamics of the indicator, max, %	19,15%	16,61%	325,07%	36,85%	14,29%
The total effect of the cyclical component on the dynamics of the indicator, min, %	-8,19%	-15,37%	9,48%	-43,39%	-16,31%
Total weighted effect of the cyclical component on the dynamics of the indicator, max, %	19,15%	12,94%	300,14%	11,19%	13,53%
Total weighted effect of the cyclical component on the dynamics of the indicator, min, %	-8,19%	-10,44%	32,04%	-8,46%	-13,76%

Джерело: власні розрахунки автора.

Тут простежується великий ступінь часткового впливу циклічних компонентів на динаміку показника: від -10,36% до 12,01% (1-а гармоніка), і від -5,01% до 4,60% (2-а гармоніка). Але в разі їх об'єднання вони дають приріст циклів у 1,5 разу, який становив від -10,44% до 12,94% впливу на загальну динаміку. Періоди коливань обох гармонік становили 6,69 і 2,87 року. Таким чином, частка високотехнологічного в загальному обсязі промислового експорту менш схильна до циклічних коливань, ніж його абсолютна зміна.

Якщо розглянути динаміку частки високотехнологічного експорту у ВВП країни (також очищену від інфляційних процесів через конвертацію в ціни в 2010 р.), то ми виявимо, що відносно ВВП коливальні явища мали в 12,1 разу більший вплив, ніж на динаміку абсолютних значень, з 32,04% до 300,14%. Коливання гармонік мали різні періоди в 7,4 і 65,6 років (модель показала величину довгої хвилі Кондратьєва), а

амплітуди коливань $-0,3$ і $-10,8$, що вказує на більш сильний вплив 2-ї гармоніки, ніж 1-ї.

Промисловий експорт також схильний до циклічних коливань, як і його високотехнологічний експорт. Причому негативний вплив циклічного компонента в $0,60$ рази менше і досягає $-13,76\%$, а позитивний вплив у $1,42$ рази менше і досягає $13,53\%$.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Згідно з наведеним вище дослідженням виявлено наявність циклічних складових у динаміці високотехнологічного експорту Польщі за 2007–2020 рр. з періодами $9,3$ і $9,6$ року, що в $1,5$ і 2 рази повільніше, ніж в Австрії і Німеччині відповідно, але в $1,33$ рази швидше, ніж в Україні. Отже, зменшення цього періоду, можливо, прискорить динаміку високотехнологічного розвитку в країні. Також були встановлені циклічні складові в динаміці таких похідних показників, як частка високотехнологічного експорту в загальному обсязі промислового експорту (дві гармоніки з періодами $6,7$ і $2,9$ року) і частка у ВВП країни (дві гармоніки з періодами $7,4$ і $65,6$ років). Що вказує на те, що відносні показники в середньому коливаються швидше, ніж абсолютний показник. Загальний зважений вплив циклічної складової на динаміку високотехнологічного експорту значний: від $-8,19\%$ до $19,15\%$. Варто зазначити, що позитивний вплив більший за негативний на $10,96\%$. Сумарний зважений вплив циклічної складової на динаміку частки високотехнологічного в промисловому експорті в середньому менше, ніж вплив у динаміці його абсолютного значення в $1,2$ рази, а у ВВП більше впливу в динаміці його абсолютного значення в $12,1$ рази. Отримані результати дослідження дають змогу забезпечити здійснення ефективної державної політики з відновлення економіки України у післявоєнний час.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з: по-перше, визначенням зазначених параметрів у країн, які входять до ТОП 20 у світі з обсягів високотехнологічного експорту та їх аналізом і систематизацією, а по-друге, з вивченням масиву чинників, розрахунком їх циклічних характеристик і виявленням тих, які мають аналогічний період, фазову і циклічну частоту і впливають на динаміку високотехнологічного експорту.

Література

1. Hatzichronoglou T. Revision of the High-Technology Sector and Product Classification. Paris: OECD, 1997.
2. Galindo-Rueda F., Verger F. OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. Paris: OECD, 2016.
3. Molnárová Z., Reiter M. Technology, demand, and productivity: What an industry model tells us about business cycles. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2022. Vol. 134. P. 104272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2021.104272>
4. Научно-технический потенциал: структура, динамика, эффективность. Добров Г. М. и др. Киев : Наукова думка, 1987. 346 с.
5. Геєць В. М., Даниленко А. І., Лібанова Е. М., Гриценко А. А., Макарова О. В. Інноваційна Україна 2020: Національна Доповідь. НАН України. Київ, 2015. 336 с.

6. Bazhal I. Development of innovation activities within knowledge triangle “government-university-industry”. *Economy and Forecasting*. 2015. № 1. P. 76–88. DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2015.01.076>
7. Саліхова О. Б. Високотехнологічні виробництва: від методології оцінки до піднесення в Україні: моногр. Київ: Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2012. 624 с.
8. Yang B., Zhu S. Public funds in high-tech industries: A blessing or a curse. *Socio-Economic Planning Sciences*. 2021. P. 101037. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101037>
9. Haltiwanger J., Hathaway I., Miranda J. Declining Business Dynamism in the U.S. High-Technology Sector (February 2014). SSRN. *Scholarly Paper ID 2397310*. Social Science Research Network. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2397310>
10. Globalization and High Technology. The Israeli Economy from the Foundation of the State through the 21st Century; ed. Rivlin P. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. P. 94–117. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511921308>
11. Marukawa T. Japan’s High-Technology Trade with China and Its Export Control (September 2013). *Journal of East Asian Studies*. 2013. Vol. 13, № 3. P. 483–501. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1598240800008316>
12. Srholec M. High-Tech Exports from Developing Countries: A Symptom of Technology Spurts or Statistical Illusion? *Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv)*. 2007. Vol. 143. P. 227–255. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10290-007-0106-z>
13. Kabaklarli E., Duran M.S., Üçler Y.T. High-technology exports and economic growth: panel data analysis for selected OECD countries. *Forum Scientiae Oeconomia. Scientific Publishing House of the WSB University*, 2018. Vol. 6 (2018) Issue No. 2: Economic Growth, Innovations and Lobbying. P. 47–60. DOI: https://doi.org/10.23762/FSO_VOL6NO2_18_4
14. Şahin L., Şahin D. K. The Relationship Between High-Tech Export and Economic Growth: A Panel Data Approach for Selected Countries. *Gaziantep Univ. Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20 (1), 22-31. DOI: <https://doi.org/10.21547/jss.719642>
15. Ersin Ö., Ustabaş A., Acar T. 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*. 2022. Vol. 25. P. 26–44. URL: <https://ideas.repec.org/a/rjr/romjef/vy2022i1p26-44.html>
16. Siddiqui A.A. Technology Intensive Exports and Growth of Asian Economies. *The Indian Economic Journal*, 2022. P. 00194662221082205. DOI: <https://doi.org/10.1177/00194662221082205>
17. Олійник О. В. Циклічність відтворювального процесу в сільському господарстві. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2005. 322 с.
18. Belov A.V., Svistun L.A. Simulation of trends of real estate market cyclic development. *Institutional framework for the functioning of the economy in the context of transformation: Collection of scientific articles. Publishing house «BREEZE», Montreal, Canada*. 2015. P. 268–271.

-
19. World Development Indicators | DataBank [Electronic resource]. URL: [https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=TX.VAL.TECH.CD&country=\(accessed: 22.12.2021\)](https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=TX.VAL.TECH.CD&country=(accessed: 22.12.2021))
 20. The United States of America Annual and Monthly Inflation Tables. URL: [https://www.statbureau.org/en/united-states/inflation-tables\(accessed: 23.12.2021\)](https://www.statbureau.org/en/united-states/inflation-tables(accessed: 23.12.2021))
 21. World Development Indicators | DataBank [Electronic resource]. 2022. URL: [https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1f4a498/Popular-Indicators#\(accessed: 25.12.2021\)](https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1f4a498/Popular-Indicators#(accessed: 25.12.2021))
 22. Belov A.V., Svystun L.A., Khudolii Yu.S. Simulation of the dynamics of high-tech exports in Austria. *Moderní aspekty vědy: XXIX. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023. P. 566–576.*

References

1. Hatzichronoglou, T. (1997). Revision of the High-Technology Sector and Product Classification. OECD. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/134337307632> [in English]
2. Galindo-Rueda, F., & Verger, F. (2016). OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. OECD. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en> [in English]
3. 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. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2021.104272> [in English]
4. Scientific and technical potential: structure, dynamics, efficiency (1987). Dobrov H. M. and others. Kyiv: Scientific opinion. 346 p. [in Russian].
5. Geets, V. M., Danylenko, A. I., Libanova, E. M., Hrytsenko, A. A., & Makarova, O. V. (2015). Innovative Ukraine 2020: National Report (NAS of Ukraine), 336 p. [in Ukrainian].
6. Bazhal, I. (2015). Development of innovation activities within knowledge triangle “government-university-industry”. *Economics and Forecasting*, 1, 76–88 [in English]
7. Salikhova, O. B. (2012). High-tech production: From assessment methodology to promotion in Ukraine: Monograph. Kyiv: Institute of Economics and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine [in Ukrainian].
8. Yang, B., & Zhu, S. (2021). Public funds in high-tech industries: A blessing or a curse. *Socio-Economic Planning Sciences*, 101037. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101037> [in English]
9. Haltiwanger, J., Hathaway, I., & Miranda, J. (2014). Declining Business Dynamism in the U.S. High-Technology Sector. SSRN. *Scholarly Paper ID 2397310*. *Social Science Research Network*. Retrieved from <https://doi.org/10.2139/ssrn.2397310> [in English]
10. Rivlin, P. (Ed.). (2010). Globalization and High Technology. *In The Israeli Economy from the Foundation of the State through the 21st Century*, pp. 94–117. Cambridge University Press. Retrieved from <https://doi.org/10.1017/CBO9780511921308.007> [in English]

11. Marukawa, T. (2013). Japan's High-Technology Trade with China and Its Export Control. *Journal of East Asian Studies*, 13(3), 483–501. Retrieved from <https://doi.org/10.1017/S1598240800008316> [in English]
12. 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. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10290-007-0106-z> [in English]
13. Kabaklarli, E., Duran, M. S., & Üçler, Y. T. (2018). High-technology exports and economic growth: Panel data analysis for selected OECD. *Forum Scientiae Oeconomia. Scientific Publishing House of the WSB University*, Vol. 6 (2018) Issue No. 2: Economic Growth, Innovations and Lobbying, 47–60. Retrieved from https://doi.org/10.23762/FSO_VOL6NO2_18_4 [in English]
14. 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), Article 1. Retrieved from <https://doi.org/10.21547/jss.719642> [in English]
15. 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, 26–44 [in English]
16. Siddiqui, A. A. (2022). Technology Intensive Exports and Growth of Asian Economies. *The Indian Economic Journal*, 00194662221082205. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/00194662221082205> [in English]
17. Oliynyk, O. V. (2005). Tsyklichnist vidtvoriuvannoho protsesu v silskomu hospodarstvi [Cyclicity of the reproductive process in agriculture]. Kharkiv: KhNAU im. V. V. Dokuchaieva - Kh.: KhNAU named after V.V. Dokuchaev [in Ukrainian].
18. Belov A.V., & Svystun L.A. (2015). Simulation of trends of real estate market cyclic development. Institutional Framework for the Functioning of the Economy in the Context of Transformation: Collection of Scientific Articles. Publishing House «BREEZE», Montreal, Canada, 268–271 [in Ukrainian].
19. World Development Indicators | DataBank [Electronic resource]. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=TX.VAL.TECH.CD&country=> (accessed: 22.12.2021) [in English]
20. The United States of America Annual and Monthly Inflation Tables [Electronic resource]. Retrieved from <https://www.statbureau.org/en/united-states/inflation-tables> (accessed: 23.12.2021) [in English]
21. World Development Indicators | DataBank [Electronic resource]. 2022. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1ff4a498/Popular-Indicators#> (accessed: 25.12.2022) [in English]
22. Belov, A. V., Svystun, L. A., & Khudolii, Yu. S. (2023). Simulation of the dynamics of high-tech exports in Austria. In *Moderní aspekty vědy: Vol. XXIX. Díl mezinárodní kolektivní monografie*, pp. 566–576 [in Ukrainian].

Статтю отримано 24 березня 2023 р.

Article received March 24, 2023.