

УДК 330.4

АЗАРОВА АНЖЕЛІКА ОЛЕКСІЇВНА

Кандидат технічних наук, професор,
професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем
Вінницький національний технічний університет, Україна
ORCID: 0000-0003-3340-5701
e-mail: azarova.angelika@gmail.com

ЄЛІСЄЄВА ОКСАНА КОНСТЯНТИНІВНА

Доктор економічних наук, професор,
доцент кафедри економічного моделювання, обліку та статистики
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна
ORCID: 0000-0002-4796-9703
e-mail: olgarkv81@gmail.com

НИКІФОРОВА ЛІЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

Кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем
Вінницький національний технічний університет, Україна
ORCID: 0000-0002-6968-3044
e-mail: nikiforovalilia@gmail.com

ХИМИЧ ВІКТОРІЯ ВАДИМІВНА

студентка факультету менеджменту та інформаційної безпеки
Вінницький національний технічний університет, Україна
ORCID: 0009-0007-7122-5038
e-mail: vikaхимich10@gmail.com

**КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ
ЕКСПОРТУ, ІМПОРТУ ТА ІНДЕКСУ ІНФЛЯЦІЇ
НА РІВЕНЬ ВВП УКРАЇНИ**

Аналіз залежності між базовими показниками впливу на валовий внутрішній продукт, зокрема такими, як експорт, імпорт та індекс інфляції, уможливує не лише розуміння взаємодії між цими показниками з метою управління ними, але й співвідношення їх відсоткового впливу в макроекономічному контексті. Разом із тим, економічне зростання країни залежить від збалансованого розвитку зовнішньої торгівлі, що враховує як експорт (що сприяє припливу валюти та збільшенню виробництва), так й імпорт (який забезпечує доступ до необхідних ресурсів і технологій). У статті досліджено вплив показників експорту, імпорту та індексу інфляції на зміни у валовому внутрішньому продукті України з використанням методів кореляційно-регресійного моделювання. Проведено аналіз зазначених економічних показників із застосуванням статистичних інструментів для виявлення щільності зв'язку між зазначеними ознаками та визначення їх еластичності впливу на ВВП. Побудовані кореляційно-регресійні моделі було перевірено на адекватність і дотримання умов коректного застосування методу найменших квадратів, оцінено значущість отриманих моделей засобами критерія Стьюдента. Отримане значення коефіцієнта кореляції у однофакторній моделі залежності ВВП від індексу інфляції довело слабкість зв'язку між такими ознаками, що пояснюється тим, що НБУ здійснювало і продовжує з 2023 р. інфляційне таргетування, яке передбачає спрямування монетарної політики України на підтримання цільового рівня інфляції, що унеможливує її негативний вплив на інші макроекономічні показники, зокрема на падіння рівня ВВП. У результаті дослідження встановлено ступінь взаємозв'язку між зовнішньоекономічними

показниками, інфляційними процесами та динамікою економічного розвитку країни. Отримані висновки можуть бути використані для формування рекомендацій щодо вдосконалення економічної політики, спрямованої на стимулювання економічного зростання та підвищення ефективності управління макроекономічними процесами.

Ключові слова: кореляційно-регресійне моделювання, метод найменших квадратів, валовий внутрішній продукт, експорт, імпорт, індекс інфляції.

JEL classification: C46, F60, M31

DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2024.4.43.54>

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

У сучасних умовах глобалізації світова економіка характеризується високим рівнем взаємозалежності, що значно підвищує роль зовнішньоторговельних відносин у економічному розвитку країни. Для України, яка має відкриту економіку, експорт та імпорт товарів і послуг слугують ключовими чинниками формування валового внутрішнього продукту. Разом із тим, макроекономічна стабільність, зокрема інфляційні процеси, суттєво впливають на інвестиційну привабливість, купівельну спроможність населення та загальний рівень економічної активності.

Попри наявність численних досліджень, присвячених окремим аспектам впливу зовнішньоторговельних операцій та інфляції на економічне зростання, існує потреба у комплексному аналізі їх взаємозв'язку з динамікою ВВП України. Недостатня увага приділяється кількісному оцінюванню цих факторів у взаємозалежності, що створює прогалини у формуванні ефективної макроекономічної політики. Зважаючи на вище викладені аргументи, проведення глибокого дослідження для розуміння механізмів впливу експорту, імпорту та індексу інфляції на національний розвиток є надзвичайно актуальним, особливо за умов війни з РФ.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження впливу різноманітних економічних чинників на валовий внутрішній продукт є предметом постійної уваги науковців. Зокрема, Рубежанська В. О. та Колодій С. Ю. досліджували взаємозв'язок між експортно-імпортними операціями та

економічним зростанням, наголошуючи на ролі зовнішньоекономічної політики у стабілізації макроекономічних показників [1]. Гаряга Л. О. акцентувала увагу на впливі інфляційних процесів, пов'язуючи їх із рівнем внутрішнього виробництва та купівельної спроможності населення [2].

Руденко М. В. звертав увагу на значення інвестицій, які є визначальним драйвером зростання ВВП, а також їхнього впливу на інноваційний розвиток і конкурентоспроможність економіки [3]. Кваша Т. К. та Чупілко Т. А. досліджували взаємозв'язок між рівнем безробіття та динамікою ВВП, підкреслюючи роль зайнятості населення в забезпеченні стабільного економічного розвитку [4, 5].

3. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Незважаючи на значний теоретичний та практичний доробок у вивченні впливу різних факторів на зміну валового внутрішнього продукту, низка аспектів даної проблематики залишаються невирішеними. Зокрема, не вивчено детально та не обгруновано вплив експортно-імпортних операцій на ВВП України.

Складність ідентифікації точних причинно-наслідкових зв'язків спричинена несабільністю економічного середовища, викликів, пов'язаних з адаптацією грошово-монетарної політики та недостатністю емпіричних досліджень, адаптованих до сучасних вимог. Водночас, зміни в торгівлі, цінових трендах та інфляційній політиці вимагають оновленого аналізу та розроблення ефективних інструментів економічного регулювання.

4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є обґрунтування впливу експорту, імпорту та індексу інфляції на розмір валового внутрішнього продукту України із застосуванням методів кореляційно-регресійного аналізу.

5. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБґРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Визначення залежності між експортом, імпортом та індексом інфляції та валовим внутрішнім продуктом України дозволяє зрозуміти їх взаємодію і взаємний вплив у макроекономічному контексті. Варто зазначити, що економічне зростання країни залежить від збалансованого розвитку зовнішньої торгівлі, що включає як експорт, який сприяє припливу валюти та збільшенню виробництва, так і імпорт, що забезпечує доступ до необхідних ресурсів і технологій. Валовий внутрішній продукт в Україні є нестабільним, що відображає вплив як внутрішніх так і зовнішніх економічних та політичних факторів. Розглянемо графік такої залежності (рис. 1). На ньому видно, що найвищий рівень ВВП спостерігався в періоди: 2000 - 2008 рр., 2009 - 2013 рр., 2015 - 2022 рр.

На початку 2000-х років рівень ВВП характеризувався стабільним зростанням, що було зумовлено сприятливими умовами на міжнародних ринках, високим попитом на українську сировину та агропродукцію, а також процесами лібералізації. Завдяки цьому

Україна змогла активно розвивати експорт, що позитивно вплинуло на економіку в цілому.

У 2008 році відбулося різке падіння ВВП, що пов'язано зі світовою фінансовою кризою. Скорочення обсягів експорту та іноземний інвестицій, а також зниження попиту на українські товари призвели до спаду в економіці. Це перший суттєвий удар, який проявився у падінні рівня ВВП і засвідчив залежність економіки України від глобального ринку.

У наступні роки Україна спробувала відновити економіку, але зростання було обмеженим. У 2014 році почався конфлікт на сході країни, а також з'явилися нові політичні та економічні виклики що сприяли зниженню ВВП.

У період 2016 - 2019 рр. рівень валового внутрішнього продукту поступово почав відновлюватись завдяки стабілізації ситуації, зростанню експорту до країн Європи, а також реалізації реформ, спрямованих на зміцнення торговельних відносин з ЄС.

Останні коливання графіку пов'язані із впливом пандемії COVID-19 та війни з росією. У 2020 - 2022 році спостерігалось певне призупинення зростання ВВП через пандемію, яка значно обмежила економічну активність у багатьох секторах. Після цього в 2022 році початок повномасштабного вторгнення призвів до подальших економічних втрат, руйнування інфраструктури та знищення виробничих потужностей.

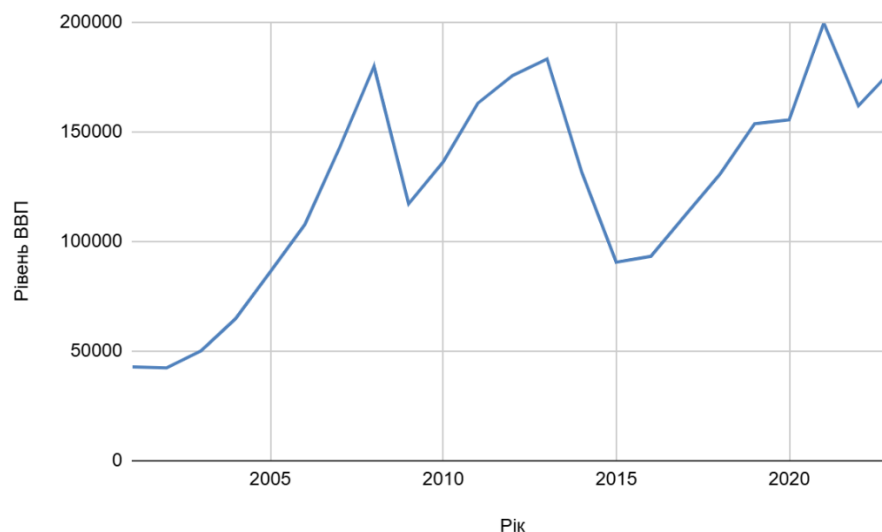


Рис. 1– Графік зміни ВВП 2001 – 2023 рр.

Сайт МФ України URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/>

Таблиця 1

Рівень ВВП та експорту за 2001– 2023 рр.

Рік	Експорт (x_{1i}), тис. дол. США	Рівень ВВП (y_i), тис. дол. США
2001	16 264 734,34	42865000
2002	17 957 094,85	42393000
2003	23 080 187,31	50133000
2004	32 672 318,23	64883000
2005	34 286 748,26	86142000
2006	38 367 704,4	107753000
2007	49 248 063,6	142719000
2008	66 954 429,8	179992000
2009	39 702 883,3	117228000
2010	51 430 521,6	136419000
2011	68 394 195,7	163160000
2012	68 809 810,6	175781000
2013	63 312 022,1	183310000
2014	53 901 689,1	131805000
2015	38 127 149,7	90615000
2016	36 361 711,2	93270000
2017	43 264 736	112154000
2018	47 334 987	130832000
2019	50 054 605,8	153781000
2020	49 191 824,5	155582000
2021	68 072 328,8	199770000
2022	44 135 592,5	161990000
2023	36 182 902,9	178760000

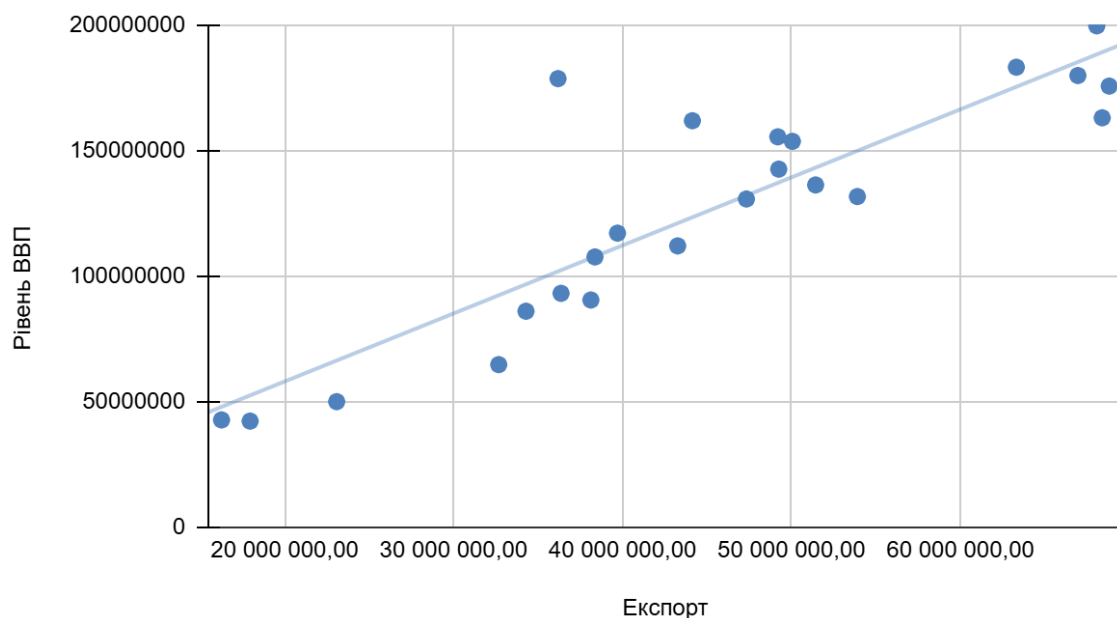


Рис. 2 – Апроксимація даних впливу експорту на ВВП лінійною залежністю

Для визначення впливу експорту, імпорту та індексу інфляції на ВВП проведемо кореляційно-регресійний аналіз.

Розглянемо статистичні дані щодо залежності рівня ВВП [6] від експорту [7] на

основі інформації, взятої зі звітності Міністерства фінансів України (табл. 1).

Побудуємо відповідну однофакторну кореляційно-регресійну модель із застосуванням методу найменших квадратів.

Для цього нанесемо на координатну площину дані табл. 1 (рис. 2). За даними графіка можна припустити лінійну залежність між аналізованими ознаками.

Отже, специфікуємо рівняння простої лінійної регресії так:

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} + e_i = \hat{y}_i + e_i,$$

де y_i – рівень ВВП;

x_{1i} – експорт;

b_0, b_1 – параметри моделі;

e_i – стохастична змінна.

Оскільки дані для побудови моделі задовольняють основні умови застосування МНК, оцінимо параметри простої лінійної регресії за допомогою кореляційної табл. 2.

Отже, на основі МНК отримуємо такі оцінки параметрів моделі:

$$\hat{y}_i = 3978720,95655765 + 2,70928945x_{1i}.$$

Здійснимо перевірку на адекватність моделі та щільність зв'язку між x_{1i} та y_i за допомогою коефіцієнта детермінації та кореляції [9], відповідно:

Таблиця 2

Кореляційна таблиця для розрахунку параметрів залежності ВВП від експорту

Рік	x_{1i}	y_i	$x_{1i} \cdot y_i$	x_{1i}^2	y_i^2	e_i	$(\hat{y}_i - y_i)^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
2001	16 264 734,3	42 865 000	697 187 837 484 100	264 541 583 150 775	48 044 594,120	-5 179 594,120	6 099 686 981 367 120	6 935 572 883 485 820
2002	17 957 094,9	42 393 000	761 255 121 976 050	322 457 255 451 897	52 629 688,596	-10 236 688,596	5 404 513 796 127 060	7 014 412 069 572 780
2003	23 080 187,3	50 133 000	1 157 079 030 412 230	532 695 046 264 685	66 509 628,952	-16 376 628,952	3 556 387 851 428 860	5 777 837 363 485 820
2004	32 672 318,2	64 883 000	2 119 878 023 717 090	1 067 480 378 522 390	92 497 488,062	-27 614 488,062	1 132 160 911 399 720	3 753 043 298 268 430
2005	34 286 748,3	86 142 000	2 953 529 068 612 920	1 175 581 106 244 610	96 871 446,310	-10 729 446,310	856 946 036 677 766	1 600 246 966 051 040
2006	38 367 704,4	107 753 000	4 134 235 252 213 200	1 472 080 740 925 780	107 927 937,729	-174 937,729	331 864 525 992 631	338 268 862 616 257
2007	49 248 063,6	142 719 000	7 028 634 388 928 400	2 425 371 768 349 650	137 405 980,127	5 313 019,873	126 807 715 000 243	274 694 593 572 779
2008	66 954 429,8	179 992 000	12 051 261 728 561 600	4 482 895 669 843 130	185 377 651,280	-5 385 651,280	3 508 496 676 341 720	2 899 490 044 311 910
2009	39 702 883,3	117 228 000	4 654 289 603 492 400	1 576 318 942 333 420	111 545 323,837	5 682 676,163	213 153 083 148 039	79 514 439 790 170,1
2010	51 430 521,6	136 419 000	7 016 100 326 150 400	2 645 098 552 048 070	143 318 890,563	-6 899 890,563	294 939 530 306 181	105 553 289 224 953
2011	68 394 195,7	163 160 000	11 159 196 970 412 000	4 677 766 005 449 900	189 278 393,844	-26 118 393,844	3 985 814 438 568 960	1 370 103 787 616 260
2012	68 809 810,6	175 781 000	12 095 457 317 078 600	4 734 790 034 807 870	190 404 414,908	-14 623 414,908	4 129 261 228 803 360	2 463 723 863 659 740
2013	63 312 022,1	183 310 000	11 605 726 771 151 000	4 008 412 142 390 890	175 509 314,524	7 800 685,476	2 436 826 963 325 070	3 267 827 283 268 430
2014	53 901 689,1	131 805 000	7 104 512 131 825 500	2 905 392 087 833 060	150 013 998,601	-18 208 998,601	569 724 943 092 972	32 034 615 659 735,4
2015	38 127 149,7	90 615 000	3 454 891 670 065 500	1 453 679 544 246 210	107 276 205,418	-16 661 205,418	356 034 690 529 596	1 262 387 079 138 000
2016	36 361 711,2	93 270 000	3 391 456 803 624 000	1 322 174 041 392 210	102 493 121,514	-9 223 121,514	559 415 469 294 493	1 080 771 342 398 870
2017	43 264 736	112 154 000	4 852 313 201 344 000	1 871 837 381 149 700	121 195 413,781	-9 041 413,781	24 499 264 540 591,4	195 750 514 224 953
2018	47 334 987	130 832 000	6 192 931 019 184 000	2 240 600 994 290 170	132 222 901,877	-1 390 901,877	36 939 834 204 044,6	21 967 153 877 126,7
2019	50 054 605,8	153 781 000	7 697 447 334 529 800	2 505 463 561 793 390	139 591 136,401	14 189 863,599	180 796 245 663 781	763 743 689 746 692
2020	49 191 824,5	155 582 000	7 653 362 439 359 000	2 419 835 597 638 800	137 253 612,127	18 328 387,873	123 399 331 458 927	866 531 849 529 301
2021	68 072 328,8	199 770 000	13 598 809 124 376 000	4 633 841 948 255 310	188 406 363,248	11 363 636,752	3 876 466 525 383 600	5 420 627 820 659 740
2022	44 135 592,5	161 990 000	7 149 524 629 075 000	1 947 590 525 326 060	123 554 816,110	38 435 183,890	6 709 503 059 533,880	1 284 857 791 094 520
2023	36 182 902,9	178 760 000	6 468 055 722 404 000	1 309 202 462 270 830	102 008 678,073	76 751 321,927	582 566 233 785 924	2 768 329 074 572 780
Σ	1 037 108 241,6	2 901 337 000	144 997 135 515 977 000	51 995 467 369 978 800	2 901 337 000	0	38 393 411 779 500 200	49 577 289 675 826 100
Σ/n	45 091 662,7	126 145 087						

Таблиця 3

Вихідні дані для розрахунку критерія Стьюдента

i	x_{1i}	y_i	\hat{y}_i	e_i	e_i^2	$(\Delta x_i)^2$	$\Delta y_i = \hat{y}_i - y_i$	$(\Delta y_i)^2$
1	16264734,34	42865000	48044594,12	-5179594,12	26828195243990	830991797394161	-83280087	6 935 572 883 485 820
2	17957094,85	42393000	52629688,6	-10236688,6	104789793408573	736284771202895	-83752087	7 014 412 069 572 780
3	23080187,31	50133000	66509628,95	-16376628,95	268193975826053	484505047868415	-76012087	5 777 837 363 485 820
4	32672318,23	64883000	92497488,06	-27614488,06	762559950899180	154240116513749	-61262087	3 753 043 298 268 430
5	34286748,26	86142000	96871446,31	-10729446,31	115121018127942	116746175576546	-40003087	1 600 246 966 051 040
6	38367704,4	107753000	107927937,7	-174937,7286	30603208885	45211614921946	-18392087	338 268 862 616 257
7	49248063,6	142719000	137405980,1	5313019,873	28228180169327	17275668625848	16573913	274 694 593 572 779
8	66954429,8	179992000	185377651,3	-5385651,28	29005239710377	477980586238408	53846913	2 899 490 044 311 910
9	39702883,3	117228000	111545323,8	5682676,163	32292808374265	29038943182884	-8917087	79 514 439 790 170,1
10	51430521,6	136419000	143318890,6	-6899890,563	47608489778281	40181132435224	10273913	105 553 289 224 953
11	68394195,7	163160000	189278393,8	-26118393,84	682170496998756	543008045249506	37014913	1 370 103 787 616 260
12	68809810,6	175781000	190404414,9	-14623414,91	213844263577824	562550540858122	49635913	2 463 723 863 659 740
13	63312022,1	183310000	175509314,5	7800685,476	60850693896856	331981497473202	57164913	3 267 827 283 268 430
14	53901689,1	131805000	150013998,6	-18208998,6	331567630052030	77616565559402	5659913	32 034 615 659 735,4
15	38127149,7	90615000	107276205,4	-16661205,42	277595765967698	48504441018308	-35530087	1 262 387 079 138 000
16	36361711,2	93270000	102493121,5	-9223121,514	85065970461912	76212052805198	-32875087	1 080 771 342 398 870
17	43264736	112154000	121195413,8	-9041413,781	81747163166359	3337661086153	-13991087	195 750 514 224 953
18	47334987	130832000	132222901,9	-1390901,877	1934608030631	5032504014457	4686913	21 967 153 877 126,7
19	50054605,8	153781000	139591136,4	14189863,6	201352228957775	24630804433933	27635913	763 743 689 746 692
20	49191824,5	155582000	137253612,1	18328387,87	335929802030100	16811326968013	29436913	866 531 849 529 301
21	68072328,8	199770000	188406363,2	11363636,75	129132240242392	528111015418831	73624913	5 420 627 820 659 740
22	44135592,5	161990000	123554816,1	38435183,89	1 477 263 360 675 820	914070184928	35844913	1 284 857 791 094 520
23	36182902,9	178760000	102008678,1	76751321,93	5 890 765 417 520 9	79366000779012	52614913	2 768 329 074 572 780
Σ	1037108242	2901337000	2901337000	0,0000003725290298	11 183 877 896 326 000	5 230 532 379 809 14	0	49 577 289 675 826 100
Σ/n	45091662,68	126145087						

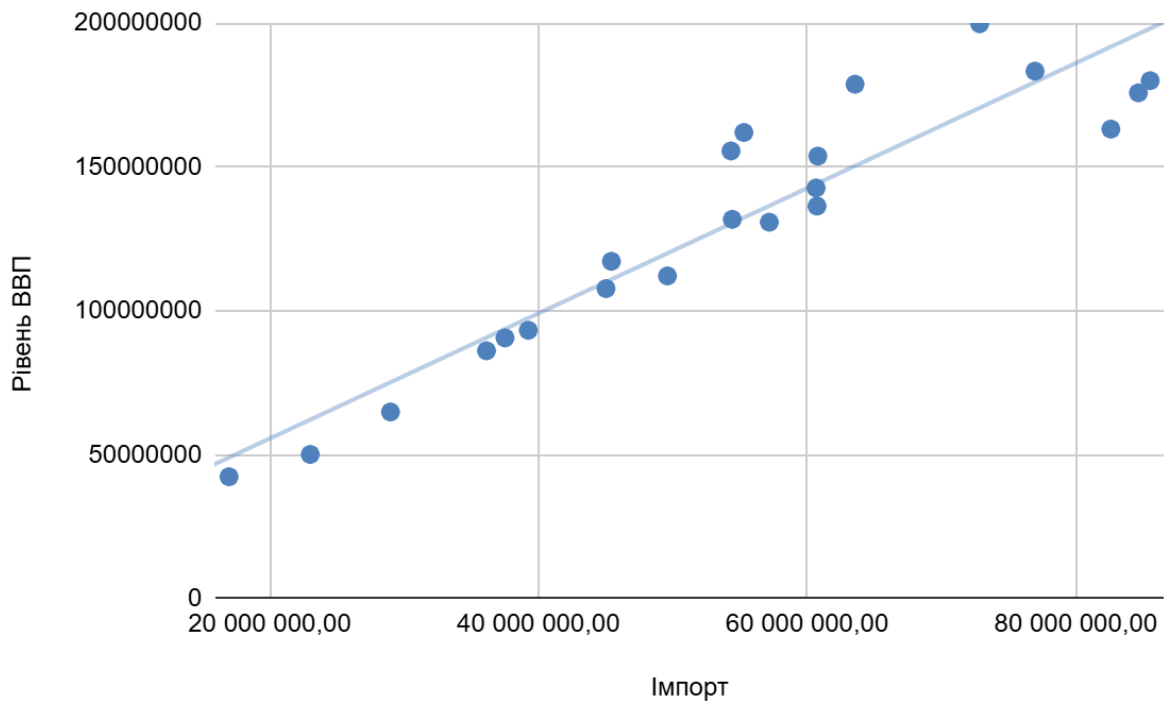


Рис. 3 – Апроксимация данных влияния импорта на ВВП линейной зависимостью

Таблица 4

Рівень ВВП та імпорту за 2001 – 2023 рр.

Рік	Імпорт (x_{2i}), тис. дол. США	Рівень ВВП (y_i), тис. дол. США
2001	15 775 092,66	42865000
2002	16 976 834,51	42393000
2003	23 020 771,01	50133000
2004	28 996 030,72	64883000
2005	36 141 094,96	86142000
2006	45 034 491,1	107753000
2007	60 669 923	142719000
2008	85 535 356,4	179992000
2009	45 435 559,2	117228000
2010	60 739 969,3	136419000
2011	82 608 240	163160000
2012	84 658 059,9	175781000
2013	76 963 965,4	183310000
2014	54 428 716,9	131805000
2015	37 516 443	90615000
2016	39 249 797,2	93270000
2017	49 607 173,9	112154000
2018	57 187 578	130832000
2019	60 800 173,1	153781000
2020	54 336 136,7	155582000
2021	72 843 126,6	199770000
2022	55 295 748	161990000
2023	63 566 999,8	178760000

Вихідні дані для розрахунку критерія Стьюдента

i	x_{2i}	y_i	\hat{y}_i	e_i	e_i^2	$(\Delta x_i)^2$	$\Delta y_i = \hat{y}_i - y_i$	$(\Delta y_i)^2$
1	15775092,66	42865000	45775637,83	-2910637,831	8471812585483	13483588795313	-83280087	6935572883485820
2	16976834,51	42393000	48405902,35	-6012902,355	36154994728621	1261547125847650	-83752087	7014412069572780
3	23020771,01	50133000	61634327,21	-11501327,21	132280527587919	868736021636712	-76012087	5777837363485820
4	28996030,72	64883000	74712438,48	-9829438,481	96617860852372	552206218937314	-61262087	3753043298268430
5	36141094,96	86142000	90350912,74	-4208912,741	17714946459982	267453454340637	-40003087	1600246966051040
6	45034491,1	107753000	109815978,7	-2062978,687	4255881060984	55660673066086	-18392087	338268862616257
7	60669923	142719000	144037406,4	-1318406,388	1738195402968	66827744331652	16573913	274694593572779
8	85535356,4	179992000	198460631,6	-18468631,59	341090352631236	1091658596531690	53846913	2899490044311910
9	45435559,2	117228000	110693800,5	6534199,513	42695763271140	49837104864270	-8917087	79514439790170
10	60739969,3	136419000	144190717,4	-7771717,432	60399591840430	67977883137941	10273913	105553289224953
11	82608240	163160000	192054022,4	-28894022,36	834864528124349	906801249469073	37014913	1370103787616260
12	84658059,9	175781000	196540483,9	-20759483,88	430956170793972	1034456041660970	49635913	2463723863659740
13	76963965,4	183310000	179700341,5	3609658,459	13029634187725	598725413624158	57164913	32678272832684
14	54428716,9	131805000	130377215,6	1427784,433	2038568387465	3738877450107	5659913	32034615659735
15	37516443	90615000	93361150,89	-2746150,886	7541344686317	224360141245200	-35530087	1262387079138000
16	39249797,2	93270000	97154960,73	-3884960,728	15092919859539	175438024794780	-32875087	1080771342398870
17	49607173,9	112154000	119824255,7	-7670255,71	58832822659983	8340112478110	-13991087	195750514224953
18	57187578	130832000	136415562,7	-5583562,718	31176172626692	22019357386380	4686913	21967153877127
19	60800173,1	153781000	144322486,1	9458513,903	89463485255138	68974252657785	27635913	763743689746692
20	54336136,7	155582000	130174584,3	25407415,65	645536770104622	3389419114828	29436913	866531849529301
21	72843126,6	199770000	170681020	29088979,96	846168754900582	414042219495805	73624913	5420627820659740
22	55295748	161990000	132274895,3	29715104,71	882987447833507	7843633759390	35844913	1284857791094520
23	63566999,8	178760000	150378267,6	28381732,36	805522731910080	122586983127346	52614913	2768329074572780
Σ	1207387281	2901337000	2901337000	0	5404631277751100	92209794284891	0	4957728967582610
Σ/n	52495099,19	126145087						

Таблиця 5

Рівень ВВП та індексу інфляції за 2001-2023 рр.

Рік	Індекс інфляції (x_{3i})	Рівень ВВП (y_i), тис. дол. США
2001	101,5	42865000
2002	99,4	42393000
2003	108,2	50133000
2004	112,3	64883000
2005	110,3	86142000
2006	111,6	107753000
2007	116,6	142719000
2008	122,3	179992000
2009	112,3	117228000
2010	109,1	136419000
2011	104,6	163160000
2012	99,8	175781000
2013	100,5	183310000
2014	124,9	131805000
2015	143,3	90615000
2016	112,4	93270000
2017	113,7	112154000
2018	109,8	130832000
2019	104,1	153781000
2020	105	155582000
2021	110	199770000
2022	126,6	161990000
2023	105,1	178760000

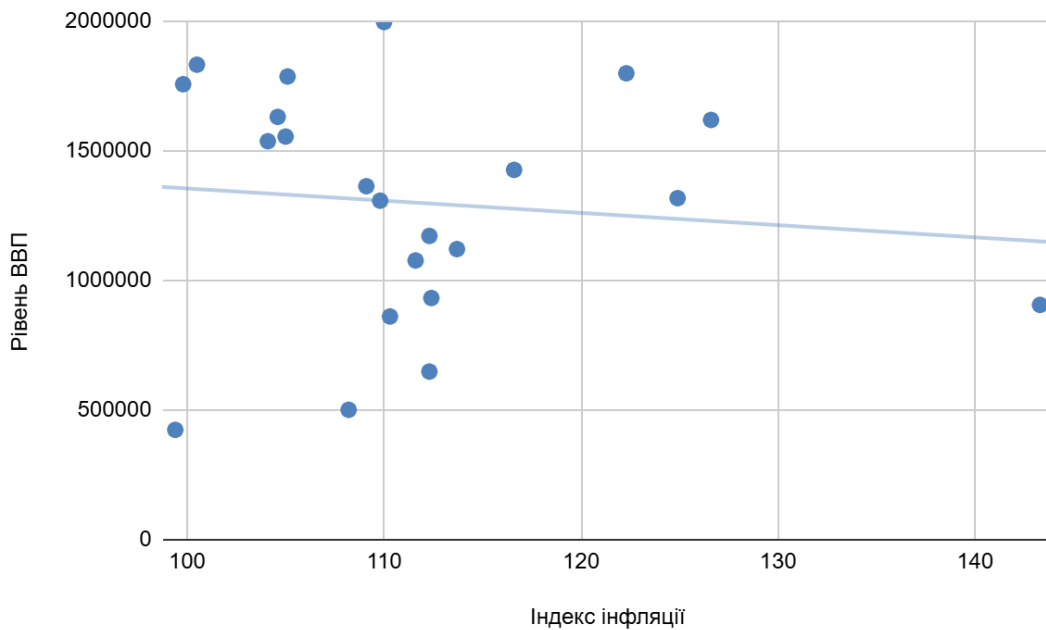


Рис. 4 – Апроксимація залежності ВВП від індексу інфляції

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{38393411779500200}{49577289675826100} = 0,77.$$

$$R = \sqrt{D} = \sqrt{0,77} = 0,88$$

Оскільки $D \in [0,55; 1]$ побудована модель є адекватною. Отримане значення коефіцієнта кореляції вказує на щільний зв'язок між факторною ознакою (експортом) та результативною ознакою (рівнем ВВП).

Розрахуємо коефіцієнт еластичності для цієї лінійної залежності:

$$E = b_1 \cdot \frac{\bar{x}_1}{\bar{y}_1}; E = 2,70928945053 \cdot \frac{45091662,68}{126145087} = 0,9684.$$

Таким чином, збільшення рівня експорту України на 1% приводило до зростання рівня ВВП на 0,97%. Дослідження підтверджує, що експорт суттєво впливає на рівень ВВП.

Звернемо увагу на те, що першу умову коректності застосування МНК дотримано, оскільки сума відхилень e_i дорівнює нулеві (сума у стовп. 7, табл. 2).

Для перевірки статистичної значимості отриманого рівняння регресії застосуємо критерій Стьюдента, тобто необхідно перевірити гіпотезу $H_0: b_1=0$ проти альтернативної гіпотези $H_1: b_1 \neq 0$. Проміжні розрахунки наведемо в табл. 3.

Слід розрахувати середньоквадратичне відхилення помилок:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{11183877896326000}{21}} = 22051203,16;$$

середньоквадратичну похибку оцінки параметра b_1 :

$$\sigma_{b_1} = \frac{\sigma_e}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i - x_{2i})^2}} = \frac{22051203,16}{\sqrt{523053237980914}} = 0,305;$$

критерій Стьюдента:

$$t_{b_1} = \frac{b_1}{\sigma_{b_1}} = 8,9.$$

Знайдемо за таблицею розподілу Стьюдента критичне значення критерію для ступенів вільності $k = n - m$ ($n = 23, m = 2$), отже, $k = 21$ та рівні значимості $\alpha = 0,95$. Таким чином, $t_{\text{табл}} = 2,08$. Порівнюючи значення $t_{(b_1)}$ та $t_{\text{табл}}$ дійдемо висновку, що отримане значення параметра b_1 є статистично значущим ($8,9 > 2,08$). Це означає, що приймається гіпотеза H_1 , тобто зміни експорту істотно впливають на рівень ВВП.

Для дослідження залежності рівня ВВП від імпорту [7] розглянемо статистичні дані, подані на рис. 3 щодо рівня ВВП та імпорту. На основі даних (табл. 4) аналогічно побудуємо кореляційно-регресійну залежність із застосуванням МНК. Для цього нанесемо на координатну площину дані табл. 4 (рис. 3). За даними графіка можна припустити лінійну залежність між аналізованими ознаками.

Отже, специфікуємо рівняння простої лінійної регресії за допомогою методу МНК таким чином:

$$\hat{y}_i = 11248533,214411 + 2,18871009896x_{2_i},$$

де \hat{y}_i – оцінений рівень ВВП;
 x_{2_i} – імпорт.

Аналогічним чином здійснимо перевірку на адекватність моделі та щільність зв'язку між x_{2_i} та y_i за допомогою коефіцієнта детермінації та кореляції, відповідно:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{44172658398075100}{49577289675826100} = 0,89.$$

$$R = \sqrt{D} = \sqrt{0,89} = 0,9439.$$

Оскільки $D \in [0,55; 1]$ побудована модель є адекватною, а отримане значення коефіцієнта кореляції вказує на щільний зв'язок між факторною ознакою (імпортом) та результативною ознакою (рівнем ВВП).

Розрахуємо коефіцієнт еластичності для цієї лінійної залежності:

$$E = b_1 \cdot \frac{\bar{x}_{1_i}}{\bar{y}_i}; E = 2,1887100986 \cdot \frac{52495099,19}{126145087} = 0,9108.$$

Таким чином, збільшення рівня імпорту України на 1% приводило до зростання рівня ВВП на 0,91%. Отже, дослідження підтверджує суттєвий зв'язок між імпортом та рівнем ВВП.

Аналогічно було перевірено дотримання умов застосування МНК.

Для перевірки статистичної значимості отриманого рівняння регресії застосуємо критерій Стьюдента, тобто перевірити гіпотезу $H_0: b_1 = 0$ проти альтернативної

гіпотези $H_1: b_1 \neq 0$. Проміжні розрахунки наведемо в табл. 3.

Слід розрахувати середньоквадратичне відхилення помилок:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{540463127751100}{21}} = 15329186,82;$$

середньоквадратичну похибку оцінки параметра b_1 :

$$\sigma_{b_1} = \frac{\sigma_e}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{x}_i - x_{2_i})^2}} = \frac{15329186,82}{\sqrt{92209794284891}} = 0,159;$$

критерій Стьюдента:

$$t_{b_1} = \frac{b_1}{\sigma_{b_1}} = 13,71.$$

Знайдемо за таблицею розподілу Стьюдента критичне значення критерію для ступенів вільності $k = n - m$ ($n = 23$, $m = 2$), отже, $k = 21$ та рівні значимості $\alpha = 0,95$. Таким чином, $t_{\text{табл}} = 2,08$. Порівнюючи значення t_{b_1} та $t_{\text{табл}}$ дійдемо висновку, що отримане значення параметра b_1 є статистично значущим ($13,71 > 2,08$). Це означає, що приймається гіпотеза H_1 , тобто зміни експорту істотно впливають на рівень ВВП.

Для дослідження залежності рівня ВВП від індексу інфляції [8] розглянемо статистичні дані, подані на рис. 4. На основі даних (табл. 5) побудуємо кореляційно-регресійну залежність із застосуванням МНК.

Виходячи з рис. 4, можна стверджувати, що дана залежність не може бути апроксимованою жодною з відомих нам форм залежностей. Для простоти доведення цього твердження побудуємо лінійну форму залежності.

Оцінимо параметри простої лінійної регресії за допомогою методу МНК:

$$\hat{y}_i = 133990054,94656 - 70388,64936064x_{3_i}$$

де \hat{y}_i – оцінений рівень ВВП;
 x_{3i} – індекс інфляції.

Аналогічним чином здійсимо перевірку на адекватність моделі та щільність зв'язку між x_{3i} та y_i за допомогою коефіцієнта детермінації та кореляції, відповідно:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{112303622001615}{49577289675826100} = 0,000228$$

$$R = \sqrt{D} = \sqrt{0.000228} = 0.015099$$

Отримане значення коефіцієнта кореляції вказує на фактично відсутній зв'язок між факторною ознакою (індексом інфляції) та результативною ознакою (рівнем ВВП). Це пояснюється тим, що НБУ здійснювало і продовжує з 2023 р. інфляційне таргетування. Воно передбачає спрямування монетарної політики України на підтримання цільового рівня інфляції, що унеможлиблює її негативний вплив на інші макроекономічні показники, зокрема на падіння рівня ВВП. Центральний банк, зосереджуючи зусилля на утриманні цінової стабільності, може пригнічувати інфляційні ризики при цьому не завжди враховує потенційний вплив на економічну активність, що і зумовлює надзвичайну слабкість зв'язку між інфляцією та ВВП.

6. висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку

На основі проведених досліджень встановлено, що експорт та імпорт мають

значний вплив на рівень валового внутрішнього продукту України, а саме збільшення рівня експорту України на 1% приводило до зростання рівня ВВП на 0,97%, а збільшення рівня імпорту України на 1% спричинювало зростання рівня ВВП на 0,91%, тоді як індекс інфляції демонструє статистично несуттєвий вплив на ВВП. Значний вплив експорту та імпорту пояснюється відкритістю економіки України, її залежністю від зовнішньоторговельної діяльності та важливою роллю зовнішніх ринків у формуванні національного доходу.

Разом із тим, слабкий зв'язок між індексом інфляції та ВВП зумовлений впровадженням інфляційного таргетування, яке змінює характер впливу інфляційних процесів на економічне зростання. Монетарна політика, орієнтована на підтримання стабільності цін, обмежує роль інфляції як ключового фактора економічного розвитку, сприяє зменшенню макроекономічних ризиків та підвищенню довіри до національної валюти.

Для подальших досліджень важливо зосередитися на детальнішому аналізі впливу зовнішньоторговельної діяльності на ВВП, а також врахувати структурні зміни в економіці та зовнішні фактори, зокрема глобальні економічні виклики. Постійний моніторинг взаємозв'язків між основними макроекономічними показниками дозволить уточнювати кореляційно-регресійні моделі, що стане основою для розроблення ефективних економічних стратегій, спрямованих на стимулювання зростання та підвищення економічної стабільності України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рубежанська В. О. Оцінка економічної активності населення в умовах функціонування національного ринку праці. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2017. Вип. 14(2). С. 103-107. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2017_14\(2\)_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2017_14(2)_23).
2. Колодій С.Ю., Гаряга Л. О. Напрямки підвищення експортного потенціалу під час формування нової моделі соціально-економічного розвитку України. *Економічний часопис XXI*. 2016. № 162(11-12) С. 38-42.
3. Колодій С.Ю., Гаряга Л.О., Руденко М. В. Розвиток економіки України: «Ресурсне прокляття» по українськи чи наслідок постсоціалістичної трансформації. *Економічний часопис XXI*. 2015. №7-8(1) С. 36-39.
4. Кваша Т. К. Моделювання потенційного ВВП для оцінювання фіскального простору України. *Економіка та держава*. 2021. № 11. С. 120–125.

5. Чупілко Т. А., Сіліна І. С., Колеснік Є. О. Моделювання ВВП та факторів, що впливають на його зміну. *Економіка та держава*. 2017. № 11. С. 68–71. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/11_2017/17.pdf (дата звернення: 26.11.2024)
6. Валовий внутрішній продукт. Міністерство Фінансів України: веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/> (дата звернення: 26.11.2024)
7. Товарна структура зовнішньої торгівлі України. Держстат України: веб-сайт. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2023/zd/tsztt/arh_tsztt2023_u.html (дата звернення: 26.11.2024)
8. Індекс інфляції. Міністерство Фінансів України: веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation/basic/> (дата звернення: 26.11.2024)
9. Азарова А. О., Краус О. О. Ідентифікація чинників впливу на рівень інфляції в Україні засобами економетричного моделювання. *Україна та світ: виміри сьогодення: кол. моногр.* Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2024. 220 с. С. 98–108. ISBN 978-617-7886-50-0. DOI: 10.61718/mon-2024-7

REFERENCES

1. Rubezhanska V. O. Assessment of the economic activity of the population in the conditions of the functioning of the national labor market. *Scientific Bulletin of the Uzhgorod National University. Series: International Economic Relations and the World Economy*. 2017. Issue 14(2). P. 103-107. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2017_14\(2\)_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2017_14(2)_23).
2. Kolodiy S.Yu., Gariaga L. O. Directions for increasing export potential during the formation of a new model of socio-economic development of Ukraine. *Economic Journal XXI*. 2016. No. 162(11-12) P. 38-42.
3. Kolodiy S.Yu., Gariaga L. O., Rudenko M. V. Development of the economy of Ukraine: “Resource curse” in Ukrainian or a consequence of post-socialist transformation. *Economic Journal XXI*. 2015. №7-8(1) P. 36-39.
4. Kvasha T. K. Modeling potential GDP for assessing the fiscal space of Ukraine. *Economy and State*. 2021. No. 11. P. 120–125.
5. Chupilko T. A., Silina I. S., Kolesnik E. O. Modeling GDP and factors influencing its change. *Economy and State*. 2017. No. 11. P. 68–71. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/11_2017/17.pdf (access date: 26.11.2024)
6. Gross domestic product. Ministry of Finance of Ukraine: website. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/> (access date: 11/26/2024)
7. Commodity structure of foreign trade of Ukraine. State Statistics Service of Ukraine: website. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2023/zd/tsztt/arh_tsztt2023_u.html (access date: 11/26/2024)
8. Inflation index. Ministry of Finance of Ukraine: website. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation/basic/> (access date: 11/26/2024)
9. Azarova A. O., Kraus O. O. Identification of factors influencing the level of inflation in Ukraine using econometric modeling. *Ukraine and the world: measurements of the present: col. monogr.* Kharkiv: SG NTM “New Course”, 2024. 220 p. pp. 98–108. ISBN 978-617-7886-50-0. DOI: 10.61718/mon-2024-7

Abstract

AZAROVA Anzhelika, YELISIEIEVA Oksana, NIKIFOROVA Lilia, KHYMYCH Victoriia
Correlation-regression modeling of the impact of exports, imports and inflation index
on the GDP level of Ukraine

Analysis of the dependence between the basic indicators of the impact on the gross domestic product, in particular, such as exports, imports and the inflation index, makes it possible not only to understand the interaction between these indicators for the purpose of managing them, but also to determine the ratio of their percentage impact in the macroeconomic context. At the same time, the country's economic growth depends on the balanced development of foreign trade, which includes both exports (which contribute to the inflow of currency and an increase in production) and imports (which provide access to the necessary resources and technologies). Therefore, the article examines the impact of export, import and inflation indicators on changes in the gross domestic product of Ukraine using correlation and regression modeling methods. The analysis of these economic indicators was carried out using statistical tools to identify the density of the relationship between these features and determine their elasticity of impact on GDP. The constructed correlation and regression models were checked for adequacy and compliance with the conditions for the correct application of the least squares method, in particular, for the absence of heteroscedasticity using the Spearman rank test. The obtained value of the correlation coefficient in the single-factor model of the dependence of GDP on the inflation index proved the weakness

of the relationship between such features, which is explained by the fact that the NBU has been implementing and continues since 2023 inflation targeting, which involves directing Ukraine's monetary policy to maintain the target inflation level, which makes it impossible for it to have a negative impact on other macroeconomic indicators, in particular on the decline in the GDP level. As a result of the study, the degree of interrelationship between external economic indicators, inflationary processes and the dynamics of the country's economic development was established. The conclusions obtained can be used to formulate recommendations for improving economic policy aimed at stimulating economic growth and increasing the efficiency of managing macroeconomic processes.

Key words: correlation-regression modeling, least squares method, gross domestic product, exports, imports, inflation index.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2024 р.

Бібліографічний опис статті:

Азарова А. О., Єлісеєва О. К., Нікіфорова Л. О., Химич В. В. Кореляційно-регресійне моделювання впливу експорту, імпорту та індексу інфляції на рівень ВВП України. *Innovation and Sustainability*. 2024. № 4. С. 43-53.

Azarova A., Yelisieieva O., Nikiforova L., Khymych V. (2024) Correlation-regression modeling of the impact of exports, imports and inflation index on the GDP level of Ukraine. *Innovation and Sustainability*, no. 4, pp. 43-53.

