

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ

2.1. Моделі аналізу та прогнозування динаміки основних показників міжнародної торгівлі

Сьогодні стостереігаємо динамічні трансформації, серйозні якісні зміни в окремих країнах та їх угрупованнях, що безпосередньо впливає на стрімкий розвиток світової економіки. З іншого боку процес глобалізації, його напрями й наслідки певним чином позначаються на економіках кожної окремої країни. Таким чином, для ведення ефективної політики та прийняття дієвих управлінських рішень як на національному, так і на глобальному рівнях потрібно попередньо здійснити якісну оцінку поточного стану досліджуваного соціально-економічного процесу і адекватний прогноз його подальшого перебігу.

Щодо міжнародної торгівлі, як і будь-якого соціально-економічного процесу, її оцінювання також можна здійснювати використовуючи різноманітні методичні прийоми, а саме: системний, графічний, динамічний, компаративний та статистичний аналіз, групування, узагальнення, математичне моделювання, комп'ютерне програмування тощо. Тобто, при оцінюванні даного процесу розраховують аналітичні показники (абсолютні або/і відносні величини) та описові статистики, будують діаграми і графіки, складають аналітичні таблиці, будують динамічні ряди даних та ін.

Отже, актуальним залишається питання здійснення якісного аналізу поточного стану основних показників міжнародної торгівлі та завчасного планування їх динаміки у майбутніх періодах, що дасть змогу раціонально використати отриману інформацію особам, що приймають управлінські рішення і, підвищивши свою поінформованість, здійснити ряд вискоєфективних заходів у сфері зовнішньої торгівлі країни.

Окрім того, при дослідженні міжнародної торгівлі із застосуванням статистичного інструментарію, до складу якого входять вищезазначені методичні прийоми, не слід забувати про те, що кожна країна має свій національний досвід митної оцінки товарів. Показники митної статистики дозволяють забезпечити підготовку різноманітних аналітичних досліджень для одержання даних, на основі яких ведеться регіональна статистика, аналізуються експортно-імпортні операції за певними категоріями учасників зовнішньоекономічних зв'язків тощо.

Моделі сталого розвитку

Важливий крок у стандартизації митного підходу до оцінки було зроблено в 1947 році завдяки прийняттю статті VII Генеральної угоди з тарифів і торгівлі (далі ГАТТ). Сторони, між якими було укладено ГАТТ, погодились засновувати митну оцінку імпортованих товарів на їх фактичній ціні та визнавати дійсність цього підходу щодо всіх продуктів, з яких стягується мито або інші збори і на які поширюється обмеження на імпорт та експорт на основі вартості. У 1953 році було розроблено Брюссельське визначення вартості з метою подальшої стандартизації митної оцінки. У 1981 році було прийнято інший підхід в межах структури ГАТТ, відомий як Угода про впровадження статті VII ГАТТ (1981), або Угода про оцінку ГАТТ 1981 року. У 1995 році було здійснено подальшу розробку, за допомогою якої було укладено угоду про принципи оцінки, відому як Угода про впровадження статті VII Генеральної угоди з тарифів і торгівлі 1994 року. Вона набула чинності з 1 січня 1995р. Це одна з багатосторонніх угод про торгівлю товарами, додана до Маракешької угоди про створення Світової організації торгівлі (далі СОТ), і є обов'язковою для всіх членів СОТ. Структура Угоди СОТ про оцінку ідентична структурі Угоди ГАТТ 1981 року [1]. Сьогодні метод оцінювання, прийнятий у Угоді СОТ, застосовується до всіх товарних потоків і його рекомендовано прийняти як основу для оцінювання країнами своєї зовнішньої торгівлі.

З часу укладення Генеральної угоди з тарифів та торгівлі обсяги світового товарного експорту збільшились у 307 разів, при цьому кожне десятиліття даний показник зростає як мінімум вдвічі, а протягом 1963 – 1983 рр. — зафіксовано його потроєння [2, 3, 4] (табл. 2.1.1).

Табл. 2.1.1. Динаміка світового товарного експорту, 1948-2019 рр.
(млрд. дол. США)

	1948	1963	1983	1993	2003	2013
Весь світ	59	157	1838	3675	7375	18877
Темпи зростання	-	2,7	11,8	2,0	2,0	2,6
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Весь світ	18862	16405	15952	17429	19169	18591
Темпи зростання	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0

Серед інтеграційних угруповань Європейський Союз (далі — ЄС) став найбільшим експортером за останні 20 років — понад 33% світового експорту, в той час як питома вага НАФТА складає близько 14%,

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

АСЕАН — 7%, ГСС — 6%, МЕРКОСУР — 1,7%, АС — 0,7% [3]. Зокрема, питома вага ЄС в світовому експорті товарів до 2003 р. зростала: в 1963р. вона становила 27,5%; в 1983 — 38,6%; в 1993 — 38,6%; в 2003 — 42,7%; в 2007 — 39,1% [2]. Останнє десятиліття даний показник коливається в межах 34 – 31% (табл. 2.1.2) [2; 3; 4].

Табл. 2.1.2. Питома вага товарного експорту ЄС в світовому товарному експорті, 2010-2020 рр. (%)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Питома вага експорту ЄС	33,71	32,82	31,00	31,77	31,92	32,17
	2016	2017	2018	2019	2020	
Питома вага експорту ЄС	32,77	33,78	32,19	32,15	32,50	

Вищенаведені дані дають тільки загальну характеристику поточних позицій ЄС в системі міжнародної торгівлі. Більш детальне дослідження міжнародної торгівлі ЄС дасть можливість виявити в ній певні, доволі актуальні тренди.

Найбільш відомими і поширеними показниками в системі абсолютних показників міжнародної торгівлі загальний експорт / імпорт товарів та загальний експорт / імпорт послуг. Зазначимо, що абсолютна величина як самостійна функція не дає повної уяви про досліджуване явище чи процес, не розкриває його структури, не характеризує розвиток в часі та співвідношення з іншими абсолютними показниками. Такі аналітичні функції виконують відносні показники, до яких відноситься відносна величина динаміки. Даний показник характеризує зміну рівня однойменного явища в часі. Відносні величини динаміки визначаються співвідношенням значень показника за два періоди чи моменти часу. При цьому базою порівняння може бути або попередній, або більш віддалений у часі рівень [5].

Відносні величини динаміки виражені у формі коефіцієнтів або у відсотковому вигляді, називаються темпами зростання та відносяться до аналітичних показників рядів динаміки. До останніх також відносять: абсолютні прирости, темпи приросту, абсолютне значення 1% приросту.

Аналіз динаміки експорту товарів країн-членів ЄС за 2002–2020 рр. проведемо на основі вищезазначених показників. Результати розрахунків зведемо в табл. 2.1.3.

Моделі сталого розвитку

Табл. 2.1.3. Динаміка експорту товарів країн-членів ЄС (млрд. євро)

Рік	Експорт товарів, млрд. євро	Абсолютний приріст, млрд. євро		Темп зростання, %		Темп приросту, %		Абсолютне значення 1% приросту, млрд. євро
		базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	
2002	2609	-	-	100	-	-	-	-
2003	2588	-21	-21	99,20	99,20	-0,80	-0,80	26,09
2004	2999	390	411	114,95	115,88	14,95	15,88	25,88
2005	3243	634	244	124,30	108,14	24,30	8,14	29,99
2006	3622	1013	379	138,83	111,69	38,83	11,69	32,43
2007	3906	1297	284	149,71	107,84	49,71	7,84	36,22
2008	4049	1440	143	155,19	103,66	55,19	3,66	39,06
2009	3308	699	-741	126,79	81,70	26,79	-18,30	40,49
2010	3911	1302	603	149,90	118,23	49,90	18,23	33,08
2011	4378	1769	467	167,80	111,94	67,80	11,94	39,11
2012	4524	1915	146	173,40	103,33	73,40	3,33	43,78
2013	4575	1966	51	175,35	101,13	75,35	1,13	45,24
2014	4636	2027	61	177,69	101,33	77,69	1,33	45,75
2015	4859	2250	223	186,24	104,81	86,24	4,81	46,36
2016	4861	2252	2	186,32	100,04	86,32	0,04	48,59
2017	5230	2621	369	200,46	107,59	100,46	7,59	48,61
2018	5486	2877	256	210,27	104,89	110,27	4,89	52,30
2019	5623	3014	137	215,52	102,50	115,52	2,50	54,86
2020	4778	2169	-845	183,14	84,97	83,14	-15,03	56,23

Аналіз отриманих даних, наведених в табл.2.1.3 дають можливість зробити наступні висновки:

- базисний абсолютний приріст після різкого зменшення в 2003 році (-21 млрд.євро) протягом досліджуваного періоду мав тенденцію до зростання. Проте ця тенденція не була прямолінійною: після прискорення динаміки протягом 2004 – 2008 рр. спостерігається її уповільнення в 2009 році, після чого протягом 2007 – 2019 рр. відбувається стабільне абсолютне прискорення;
- ланцюгові абсолютні прирости також не демонструють стабільної тенденції, спостерігаються певні флуктуації: негативний

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

приріст в 2003 році (–21 млрд.євро) змінюється різким зростанням в 2004 році — 411 млрд.євро (це може бути пов'язане із включенням до ЄС нових 10 членів); до 2009 р. — нестабільний період із зростанням на початку 2006р. та зменшенням в 2009р.; 2010 р. — зростання показника; 2011 – 2013 рр. — чергове сповільнення; 2014 – 2015 рр. — зростання і т.д., а в 2020 р. зафіксоване найбільше від'ємне значення даного показника: –845 млрд.євро);

- абсолютне значення одного відсотка приросту з 2012 року має стійку тенденцію до зростання.

Отже, як бачимо з наведених даних, країни-члени ЄС збільшують обсяги товарного експорту. Так, загальний обсяг товарного експорту членів ЄС зріс майже в 2 рази: з 2209 млрд. євро в 2002 році до 4778 млрд. євро в 2020, незважаючи на вихід Великобританії з даного економічного угруповання. Зазначимо також, що обсяги експорту ЄС перед глобальною фінансово-економічною кризою 2009 р. (4049 млрд. євро) вдалося перевищити тільки в 2011 р. (4378 млрд. євро). Крім цього слід виділити період стагнації з 2012 рр., що знайшло своє відображення в невисоких темпах зростання досліджуваного показника.

Більш детальний аналіз показників динаміки експорту товарів з ЄС засвідчує, що цей показник помітно зростає особливо в періоди збільшення його країн-членів, зокрема в 2004 році (на 411 млрд.євро, за даними наведеними в табл.2.1.3). Саме в цьому році розширення чисельного складу даного угруповання було доволі значним: були включені такі країни, як Латвія, Литва, Естонія, Мальта, Польща, Словаччина, Словенія, Чехія, Угорщина та Кіпр. Тому розглянемо динаміку експорту товарів країн-членів ЄС в розрізі двох груп: «старих» європейців (далі — група I, прим. автора) та «нових» європейців (далі — група II, прим. автора).

До групи I входять такі країни, як Австрія, Бельгія, Великобританія, Данія, Ірландія, Німеччина, Іспанія, Італія, Люксембург, Нідерланди, Франція, Греція, Португалія, Швеція та Фінляндія.

До групи II: Латвія, Литва, Естонія, Мальта, Польща, Словаччина, Словенія, Чехія, Угорщина, Кіпр, Болгарія та Румунія.

Як засвідчують дані табл. 2.1.4, роль нових країн-членів ЄС в зростанні обсягів експорту товарів зростає: їх питома вага в загальному обсязі зросла від 7% в 2004р. до 16,6% в 2020 р. За цей же період експорт товарів країн II країни зріс в 3,7 рази, для країн I групи цей показник становив тільки 1,4 рази. Нові країни-члени ЄС в перші роки

Моделі сталого розвитку

входження до складу цього економічного угруповання нарощували експорт більш швидкими темпами, ніж «старі»: в 2005 р. їх експорт зріс на 16,4%, в 2006 р. — на 21,5; в 2007 р. — на 31,8%. Також слід зазначити, що в період стагнації (2012 – 2016 рр.), коли обсяги експорту країн I групи зростали незначними темпами (103,1; 100,9; 100,8; 104,6; 99,6), країни нові члени-ЄС мали більш високі значення темпів зростання (104,7; 105,3; 104,9; 106,2; 103,1).

Табл. 2.1.4. Обсяги експорту товарів, групами країн-членів ЄС

Рік	Обсяг експорту, млрд. євро		Питома вага, %		Базисні темпи зростання		Ланцюгові темпи зростання	
	I група	II група	I група	II група	I група	II група	I група	II група
2004	2784	214	92,9	7,1	100	100	-	-
2005	2994	249	92,3	7,7	107,51	116,41	107,51	116,41
2006	3320	303	91,6	8,4	119,21	141,37	110,89	121,45
2007	3507	399	89,8	10,2	125,95	186,35	105,65	131,82
2008	3594	445	89,0	11,0	129,01	207,71	102,48	111,46
2009	2936	365	88,9	11,1	105,43	170,33	81,69	82,01
2010	3450	453	88,4	11,6	123,88	211,46	117,50	124,15
2011	3841	527	87,9	12,1	137,93	246,11	111,35	116,38
2012	3959	552	87,8	12,2	142,18	257,71	103,08	104,72
2013	3994	581	87,3	12,7	143,44	271,26	100,89	105,26
2014	4027	610	86,8	13,2	144,60	284,75	100,81	104,97
2015	4212	647	86,7	13,3	151,26	302,25	104,61	106,15
2016	4193	668	86,3	13,7	150,58	311,73	99,55	103,14
2017	4491	734	85,9	14,1	161,28	345,01	107,10	110,68
2018	4696	791	85,6	14,4	168,63	369,15	104,56	107,00
2019	4799	825	85,3	14,7	172,32	384,98	102,19	104,29
2020	3986	792	83,4	16,6	143,14	369,75	83,06	96,04

Серед нових країн-членів ЄС найбільшими експортерами товарів є Чехія, Угорщина та Польща. Питома вага експорту цих країн в загальному обсязі країн даної групи в 2004 році становила 75%, в 2020 році цей показник дещо зменшився і становив 64%.

Серед «старих» країн-членів ЄС найбільшими експортерами товарів були Бельгія, Німеччина, Нідерланди, Італія, Франція та Великобританія. Їх питома вага в загальному обсязі експорту країн даної групи протягом досліджуваного періоду становила близько 80%, і тільки в 2020 році зменшилася до 76%, що пов'язане із виходом Великобританії з членів ЄС.

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Аналіз динаміки експорту товарів країн-членів ЄС за 2002 – 2020 рр. проведемо на основі вищезазначених показників. Результати розрахунків зведемо в табл. 2.1.5

Табл. 2.1.5. Динаміка імпорту товарів країн-членів ЄС (млрд. євро)

Рік	Імпорт товарів, млрд. євро	Абсолютний приріст, млрд.євро		Темп зростання, %		Темп приросту, %		Абсолютне значення 1% приросту, млрд. євро
		базис-ний	ланцюговий	базис-ний	ланцюговий	базис-ний	ланцюговий	
2002	2525	-	-	100	-	-	-	-
2003	2528	3	3	100,12	100,12	0,12	0,12	25,25
2004	2986	461	458	118,26	118,12	18,26	18,12	25,28
2005	3285	760	299	130,10	110,01	30,10	10,01	29,86
2006	3729	1204	444	147,68	113,52	47,68	13,52	32,85
2007	4046	1521	317	160,24	108,50	60,24	8,50	37,29
2008	4230	1705	184	167,52	104,55	67,52	4,55	40,46
2009	3369	844	-861	133,43	79,65	33,43	-20,35	42,30
2010	4001	1476	632	158,46	118,76	58,46	18,76	33,69
2011	4469	1944	468	177,00	111,70	76,99	11,70	40,01
2012	4553	2028	84	180,32	101,88	80,31	1,88	44,69
2013	4459	1934	-94	176,59	97,93	76,59	-2,06	45,53
2014	4546	2021	87	180,04	101,95	80,04	1,95	44,59
2015	4721	2196	175	186,97	103,85	86,97	3,85	45,46
2016	4752	2227	31	188,20	100,66	88,20	0,66	47,21
2017	5139	2614	387	203,53	108,14	103,52	8,14	47,52
2018	5441	2916	302	215,49	105,88	115,49	5,88	51,39
2019	5571	3046	130	220,63	102,39	120,63	2,39	54,41
2020	4499	1974	-1072	178,18	80,76	78,18	-19,24	55,71

Аналіз отриманих даних, наведених в табл. 2.1.5 дають можливість зробити наступні висновки:

- базисні абсолютні прирости зростають протягом 2003 – 2008 рр. Після незначного зменшення у 2009 р. спостерігається чітка тенденція до зростання. Зменшення даного показника у 2020 р. зумовлене виходом з ЄС Великобританії;
- ланцюгові абсолютні прирости також не демонструють стабільної тенденції а ні до зростання, а ні до спадання, спостерігаються постійні флуктуації. Найбільші негативні прирости зафіксовано в

Моделі сталого розвитку

2009 році (–861 млрд.євро) та в 2020р. (–1072 млрд.євро);

- базисні темпи зростання дають можливість стверджувати, що за досліджуваний період обсяг імпорту країнами членами-ЄС зріс майже в 2 рази;

- абсолютне значення одного відсотка приросту з 2012 року має стійку тенденцію до зростання до 2001 р., після цього спостерігаються певні флуктуації, а з 2014р. спостерігається певна тенденція до зростання.

Щоб зробити висновки, стосовно динаміки обсягу імпорту в розрізі вищезазначених груп країн членів-ЄС, проаналізуємо табл. 2.1.6.

Табл. 2.1.6. Обсяги імпорту товарів, групами країн-членів ЄС

Рік	Обсяг імпорту, млрд.євро		Питома вага, %		Базисні темпи зростання		Ланцюгові тем- пи зростання	
	I група	II група	I група	II група	I група	II група	I група	II група
2004	2741	242	91,89	8,11	100,0	100,0	-	-
2005	3008	274	91,65	8,35	109,74	113,22	109,74	113,22
2006	3392	334	91,04	8,96	123,75	138,02	112,77	121,90
2007	3578	464	88,52	11,48	130,54	191,74	105,48	138,92
2008	3706	521	87,67	12,33	135,21	215,29	103,58	112,28
2009	2980	386	88,53	11,47	108,72	159,50	80,41	74,09
2010	3519	478	88,04	11,96	128,38	197,52	118,09	123,83
2011	3916	549	87,70	12,30	142,87	226,86	111,28	114,85
2012	3985	562	87,64	12,36	145,38	232,23	101,76	102,37
2013	3871	583	86,91	13,09	141,23	240,91	97,14	103,74
2014	3929	612	86,52	13,48	143,34	252,89	101,50	104,97
2015	4069	646	86,30	13,70	148,45	266,94	103,56	105,56
2016	4085	661	86,07	13,93	149,03	273,14	100,39	102,32
2017	4389	745	85,49	14,51	160,12	307,85	107,44	112,71
2018	4623	813	85,04	14,96	168,66	335,95	105,33	109,13
2019	4722	873	84,40	15,60	172,27	360,74	102,14	107,38
2020	3706	789	82,45	17,55	135,21	326,03	78,48	90,38

Як засвідчують дані табл. 2.1.6, роль нових країн-членів ЄС в зростанні обсягів імпорту товарів зростає: їх питома вага в загальному обсязі зросла від 8% в 2004р. до 17,6% в 2020 р. За цей же період імпорт товарів країн II країни зріс в 3рази, для країн I групи цей показник становив тільки 1,35 рази. Нові країни-члени ЄС в перші роки входження до складу цього економічного угруповання нарощували імпорт більш швидкими темпами, ніж «старі»: в 2005 р. їх експорт зріс на 13,2%, в 2006 р. — на 21,9; в 2007 р. — на 38,9%. Також слід зазна-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

чити, що в період стагнації (2012 – 2016 рр.), коли обсяги експорту країн I групи зростали незначними темпами (101,8; 97,14; 101,5; 103,6; 100,39), країни нові члени-ЄС мали більш високі значення темпів зростання (102,4; 103,7; 104,9; 105,6; 102,3).

Таким чином, проведений аналіз дав змогу визначити основні тренди експортно-імпоротної політики країн-членів ЄС.

Прогнозування цих показників на майбутнє, можливе на основі апарату математичних методів.

Оскільки до уваги береться характер перебігу міжнародної торгівлі, для її дослідження часто застосовують теорію часових рядів [6], особливістю прогнозування яких є аналіз спостережних даних без додаткової інформації та без врахування впливу зовнішніх факторів.

Часовий ряд можна означити як сукупність значень будь-якого показника за декілька послідовних періодів часу [7]. Окремі спостереження часового ряду називають його рівнями. Кожному рівню часового ряду ставиться у відповідність певний моменту часу. Залежно від кількості показників, значення яких відповідають кожному моменту часу, часові ряди бувають одновимірні та багатовимірні. Основним завданням статистичного аналізу часових рядів є побудова математичної моделі, за допомогою якої можна пояснити та спрогнозувати поведінку ряду на майбутні періоди.

Для того, щоб часовий ряд був правильно сформований однією із важливіших умов є порівнянність його рівнів. Тобто рівні ряду повинні відображати сутність і мету досліджуваного процесу та бути однорідними за економічним змістом. Особливо важливим для компаративного аналізу є представлення статистичних даних у вигляді часових рядів для досягнення порівнянності одних даних з іншими. Адже дані, що отримуються із різних спостережень при зіставленні можуть відрізнятися методологічно [8]. Саме тому особливо проблематичним при міжнародних порівняннях є вибір методики розрахунку порівнюваних рівнів ряду.

Окрім того, існує проблема вимірюваності показників міжнародної торгівлі [8]. При аналізі часових рядів слід враховувати, що обсяги товарних операцій можуть бути виміряні у вартісних, натуральних та трудових одиницях. Дана невідповідність в одиницях вимірювання є причиною суттєвих труднощів при вимірюванні основних показників зовнішньої торгівлі країни.

Оскільки метою прикладного статистичного аналізу часових рядів є побудова моделі ряду, за допомогою якої можна пояснити пове-

Моделі сталого розвитку

дінку ряду і здійснити прогноз на майбутні періоди, тому для практичної реалізації проведення аналізу часових рядів важливим є врахування структури ряду та його імовірнісних характеристик.

Аналіз часового ряду починається із побудови та дослідження його графіка. При проведенні вибіркового дослідження достатньо інформативними є найпростіші числові характеристики описової статистики (середня арифметична, середнє арифметичне відхилення, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, розмах варіації, медіана, коефіцієнти асиметрії та ексцесу), крім того графічне зображення ряду є допоміжним при проведенні аналізу вибірки даних. Проте при аналізі часових рядів графічне представлення табличної інформації дозволяє зробити багато висновків тоді, як описові статистики не дають розуміння характеру процесу. Після побудови графіка та проведення попереднього аналізу у часовому ряді виокремлюють та вилучають детерміновані складові. Далі дослідження випадкової складової проводять за допомогою побудови аналітичної функції, що характеризує залежність рівнів ряду від часу. Даний спосіб моделювання тенденції часового ряду є найпоширенішим і носить назву аналітичне вирівнювання тимчасового ряду. Коли здійснена побудова загальної моделі ряду, проводиться перевірка її адекватності, після чого відбувається прогнозування майбутньої поведінки ряду.

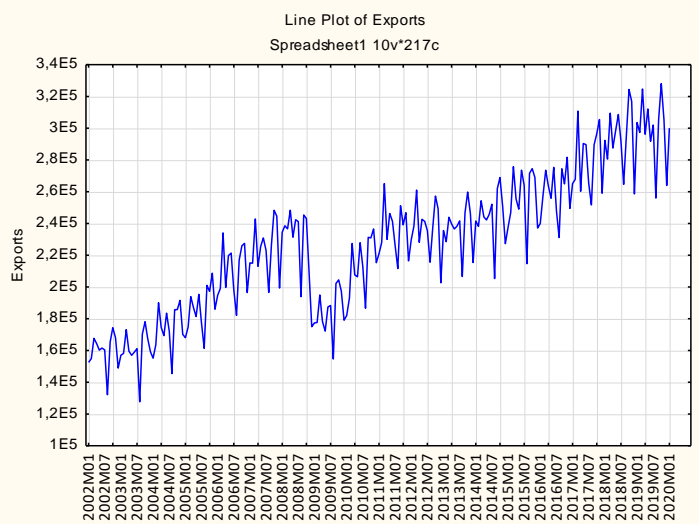
При проведенні прогнозів використовують статистичні методи, на основі яких обирають відповідну математичну модель, що виражає існуючі взаємозв'язки і закономірності досліджуваного процесу та буде інструментом прогнозування. Моделі із використанням часових рядів на сьогоднішній день є найефективнішими.

Розглянемо динаміку основних показників міжнародної торгівлі на прикладі країн ЄС. Для цього зобразимо графічно динамічні зміни показників експорту і імпорту товарних потоків країн ЄС протягом 18 років (з січня 2002 року по січень 2020 року) (рис. 2.1.1 (а, б)).

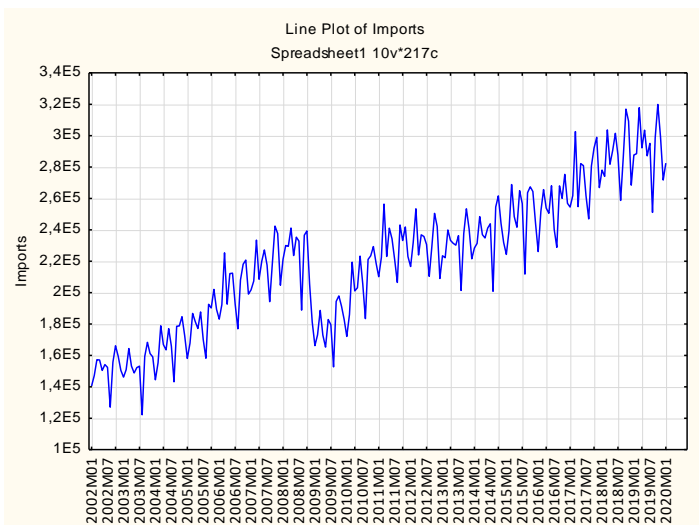
За даними рис. 2.1.1 можна висновувати, що існує сезонна залежність обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС.

Наступним кроком статистичного аналізу є графічне зображення табличних даних для отримання приблизного розподілу числових значень. З цією метою будемо гістограми цих двох рядів (рис. 2.1.2).

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

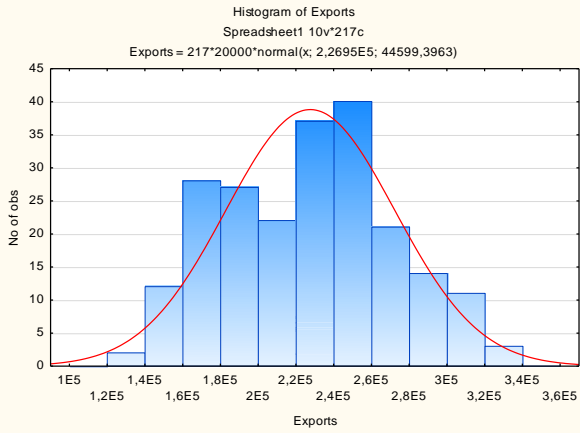


a)

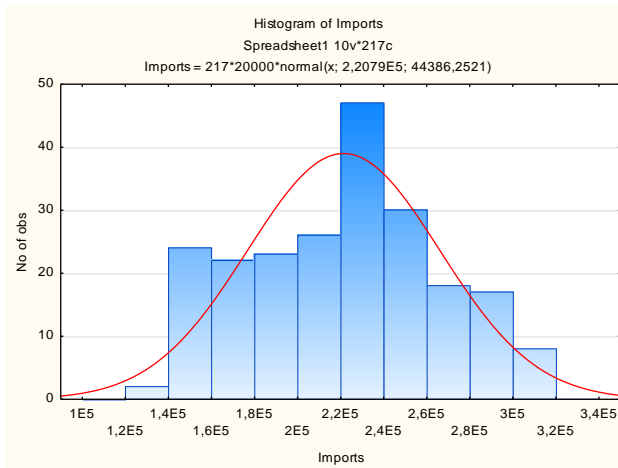


б)

Рис. 2.1.1. Лінійний графік торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.– січень 2020 р.): а) експорту; б) імпорту



a)

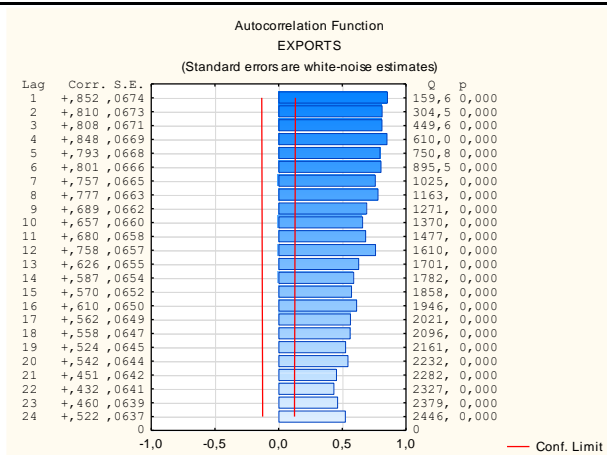


б)

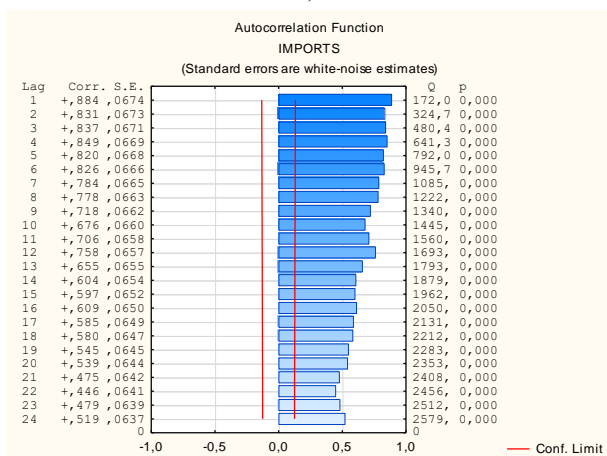
Рис. 2.1.2. Гістограма обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2020 р.): а) експорту; б) імпорту

Бачимо, що ряди не є нормально розподіленим, тому надалі необхідно встановити залежності для цих рядів. Для визначення характеру не випадкової складової будемо автокореляційні функції та функції часткової автокореляції вихідних даних для перших 205 значень обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС відповідно (рис. 2.1.3–2.1.4).

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі



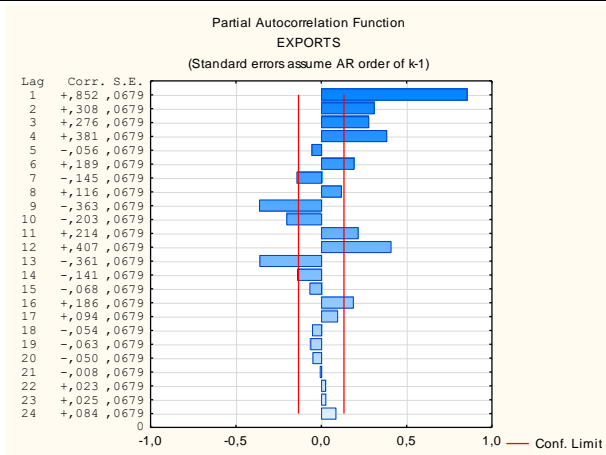
а)



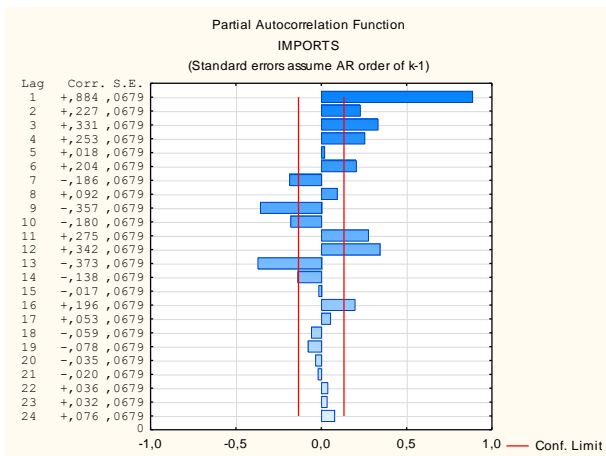
б)

Рис. 2.1.3. Функція автокореляції обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2019 р.): а) експорту; б) імпорту

Вигляд функції автокореляції та функції часткової автокореляції дає уявлення про наявність певних закономірностей в ряді даних. Тому їх побудова та дослідження є часто застосовуваним етапом аналізу певного процесу у статистиці при обробці та оцінюванні даних, що формують часовий ряд.



a)



б)

Рис. 2.1.4. Функція часткової автокореляції обсягів експорту (а) та імпорту (б) товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2019 р.)

Зважаючи на характеристики автокореляційних функцій та функцій часткової автокореляції показників обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС (рис. 2.1.3–2.1.4), маємо підстави стверджувати, що для моделювання динаміки цих показників можуть бути використані авторегресійні моделі. Останні широко застосовуються для опису стаціонарних випадкових процесів. Характерним для стаціонарних часових рядів є те,

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

що їх імовірнісні властивості не змінюються в динаміці, тобто функції розподілу стаціонарних динамічних рядів залишаються не змінними.

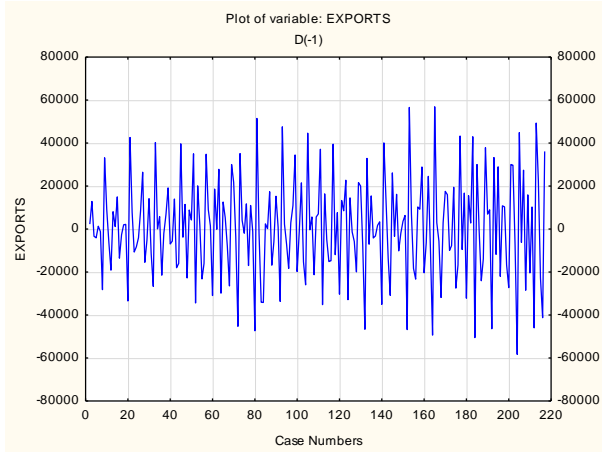
Перетворимо вихідні досліджувані ряди у ряди виду:

$$D(x(t)) = x(t) - x(t - 1). \quad (2.1.1)$$

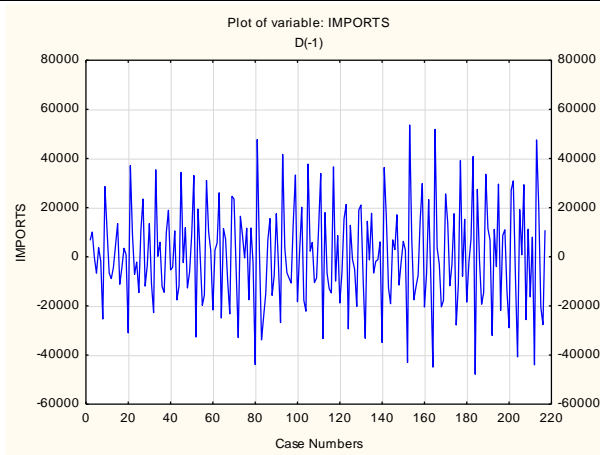
Саме така трансформація часових рядів є передумовою подальшої побудови прогнозних моделей, що адекватно відображають динаміку досліджуваних показників у часі, а отже, й отримання якісних результатів моделювання. Адже для прийняття рішень щодо формування політики у сфері торгівлі в кожен конкретний момент часу важливе значення має ступінь поінформованості особи, яка приймає рішення стосовно важливих тенденцій у сфері торгівлі кожної країни та їх угруповань.

Таким чином, отримуємо перетворені ряди статистичних значень обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС, графічне відображення яких представимо на рис. 2.1.5.

Відповідні графічні зображення автокореляційних функцій та функцій часткової автокореляції цих рядів — на рис. 2.1.6–2.1.7.



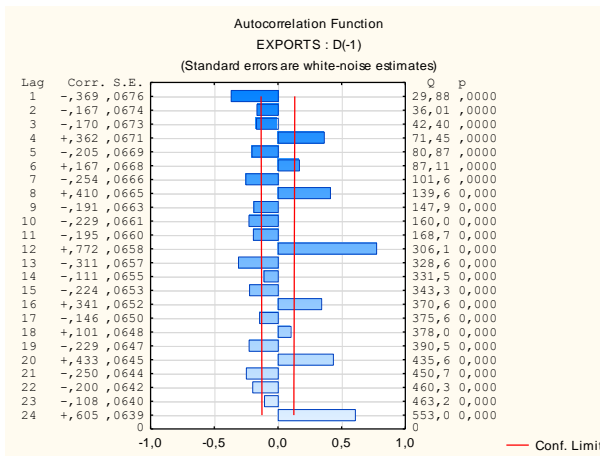
a)



б)

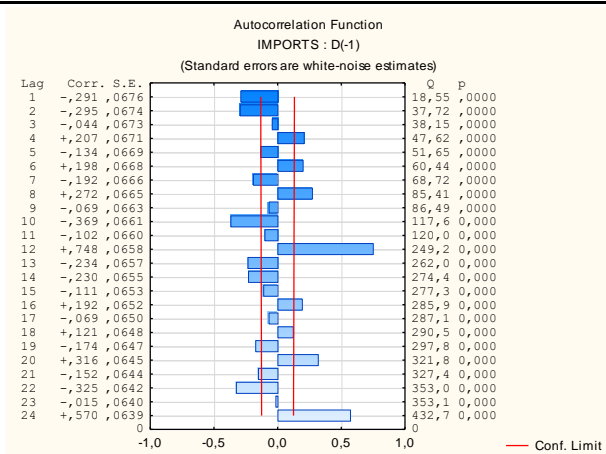
Рис. 2.1.5 Динаміка обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2019 р.) (трансформований ряд): а) експорту; б) імпорту

За допомогою функцій автокореляції (рис. 2.1.6) можна з'ясувати, що на перших лагах не спостерігається значуща кореляція, проте для значення лагів, кратних сезонності, вона значуща лише для першого досліджуваного періоду.



а)

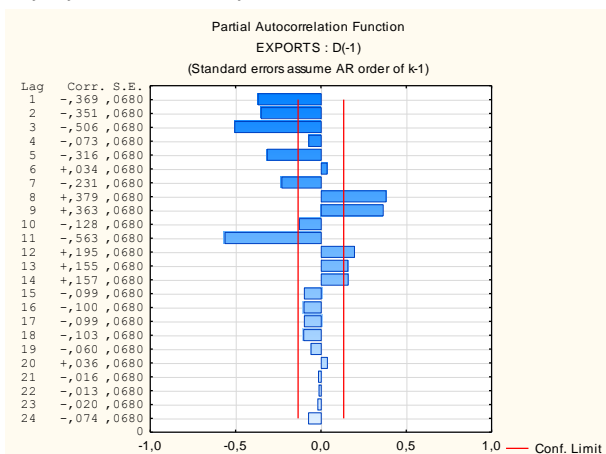
Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі



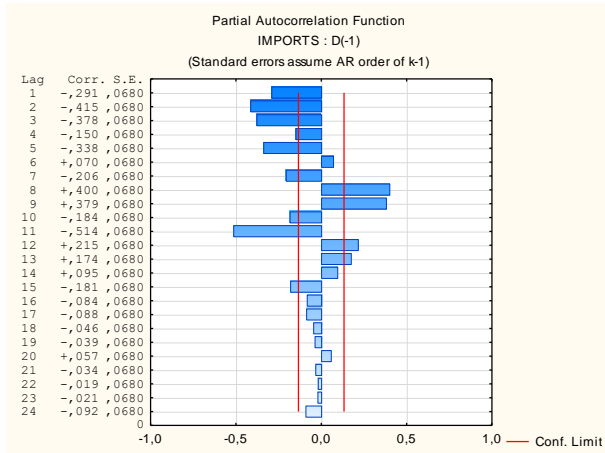
б)

Рис. 2.1.6. Функція автокореляції обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2019 р.) (трансформований ряд): а) експорту; б) імпорту

Аналогічно, якщо розглянути функцію часткової автокореляції (рис. 2.1.7), бачимо, що кореляційна залежність впродовж певного проміжку часу суттєво зменшується.



а)



б)

Рис. 2.1.7. Функція часткової автокореляції обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2019 р.) (трансформований ряд): а) експорту; б) імпорту

На основі значень функції автокореляції і функції часткової автокореляції визначаємо параметри для побудови прогнозних моделей динаміки обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС.

Для моделювання застосуємо модуль Time series analysis/Forecasting пакета STATISTICA 10 та статистичні дані Eurostat [9] обсягів експорту та імпорту товарів (млн. євро) країн ЄС за кожен місяць з січня 2002 р. по січень 2019 р. [10]. Таким чином, маємо два ряди, кожен з яких має 205 спостережних даних, що є достатнім для побудови адекватної прогнозної моделі.

Так як ми досліджуємо два основних показники торгівлі, то в результаті моделювання ми отримаємо дві прогнозні моделі: для обсягів експорту та імпорту країн ЄС відповідно.

Для цього використовуємо метод аналізу часових рядів із розривами, що реалізований у пакеті STATISTICA 10 (Interrupted Time Series Analysis ARIMA). Таким чином, нами отримано дві ARIMA–моделі для прогнозування показників торговельних потоків міжнародної торгівлі ЄС.

Оскільки для моделювання ми використовували статистичні дані із січня 2002 р. по січень 2019 р., то в результаті отримано прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту на період із лютого 2019 р. по січень 2020 р. відповідно. Табличне представлення числових про-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

гнозних даних разом із значеннями, що утворюють інтервал довіри та значеннями стандартної похибки моделей зображено на рис. 2.1.8.

CaseNo.	Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spread) Input: EXPORTS Start of origin: 1 End of origin: 205				
	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.	Observed
206	293490,3	271224,6	315755,9	13478,22	297304,6
207	318140,1	286651,8	349628,5	19061,07	324676,8
208	299391,0	260825,8	337956,2	23344,95	296220,7
209	308604,3	264073,0	353135,5	26956,43	312121,4
210	317401,1	267613,7	367188,6	30138,21	291726,8
211	303162,1	248622,7	357701,5	33014,75	301994,0
212	279926,4	221017,1	338835,7	35660,01	256032,8
213	305515,0	242538,3	368491,8	38122,15	305349,9
214	330843,1	264046,2	397640,0	40434,65	328049,9
215	324491,0	254080,9	394901,1	42621,86	305148,1
216	274809,9	200963,2	348656,7	44702,18	263909,5
217	313052,4	235922,0	390182,8	46689,91	300049,3

а)

CaseNo.	Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spread) Input: IMPORTS Start of origin: 1 End of origin: 205				
	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.	Observed
206	284401,0	263821,6	304980,4	12457,47	288500,2
207	308721,5	279617,9	337825,2	17617,52	317841,3
208	290752,6	255108,1	326397,2	21576,97	292253,0
209	297913,4	256754,7	339072,2	24914,94	303488,7
210	306950,3	260933,4	352967,2	27855,75	287157,9
211	295548,0	245139,0	345957,0	30514,44	295126,2
212	271798,1	217350,1	326246,0	32959,36	251133,7
213	294225,1	236017,8	352432,4	35235,04	298692,5
214	319631,8	257893,6	381369,9	37372,40	319878,4
215	313330,6	248252,8	378408,3	39393,97	299320,8
216	279813,0	211558,9	348067,1	41316,75	271715,8
217	295596,9	224307,8	366885,9	43153,94	282516,3

б)

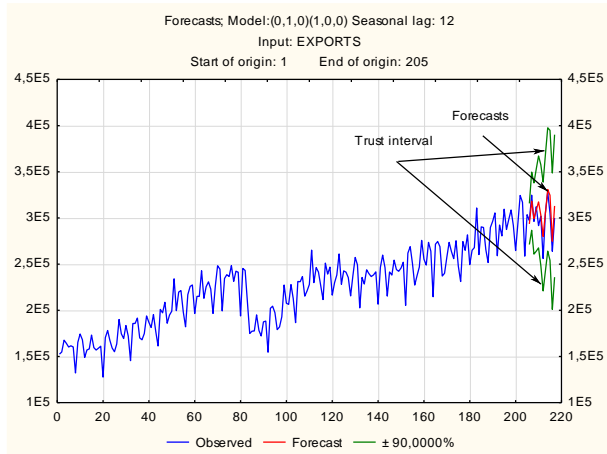
Рис. 2.1.8. Результати моделювання динаміки обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС на період з 02.2019 р. по 01.2020 р.:

а) експорту; б) імпорту

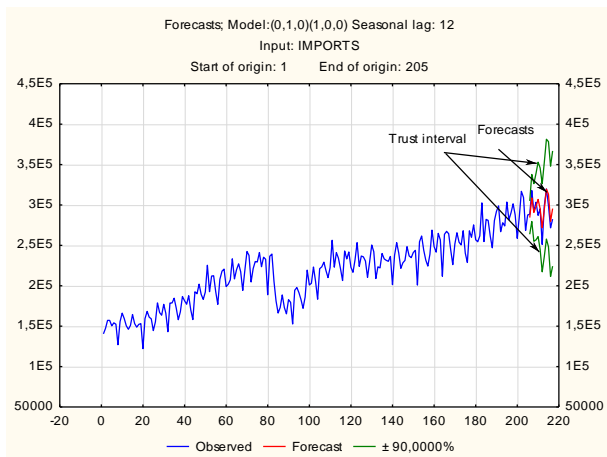
Окрім того, результати моделювання динаміки обсягів експорту та імпорту товарів країн ЄС на період із лютого 2019 р. по січень

Моделі сталого розвитку

2020 р. можна представити графічно (рис. 2.1.9), завдяки чому чітко видно тенденцію подальшого розвитку міжнародної торгівлі країн ЄС.



а)



б)

Рис. 2.1.9. Графік моделювання динаміки обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС на період з 02.2019 р. по 01.2020 р.: а) експорту; б) імпорту

Порівняємо отримані прогностні дані і фактичні дані за період із лютого 2019 р. по січень 2020 р. (табл. 2.1.7–2.1.8).

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

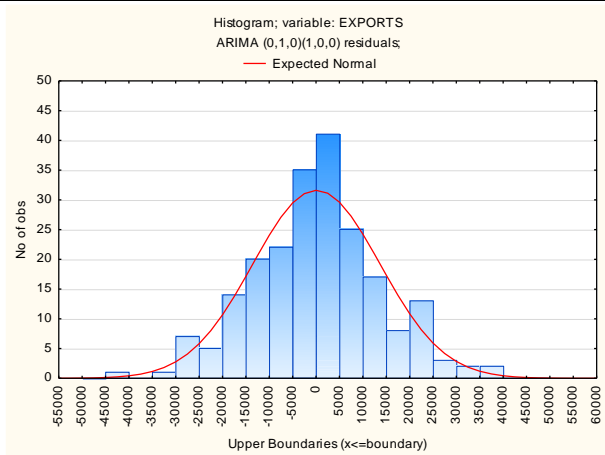
Табл. 2.1.7. Порівняння отриманих прогнозних значень обсягів експорту товарів країн ЄС на 2017 р. із фактичними

	Прогнозні значення	Експорт	Похибка
2019M02	288 500,2	293490,3	0,01700246
2019M03	317 841,3	318140,1	0,000939309
2019M04	292 253,0	299391,0	0,023841599
2019M05	303 488,7	308604,3	0,016576468
2019M06	287 157,9	317401,1	0,095283963
2019M07	295 126,2	303162,1	0,026506919
2019M08	251 133,7	279926,4	0,102858084
2019M09	298 692,5	305515,0	0,022331297
2019M10	319 878,4	330843,1	0,033141652
2019M11	299 320,8	324491,0	0,077568289
2019M12	271 715,8	274809,9	0,011259136
2020M01	282 516,3	313052,4	0,097543018

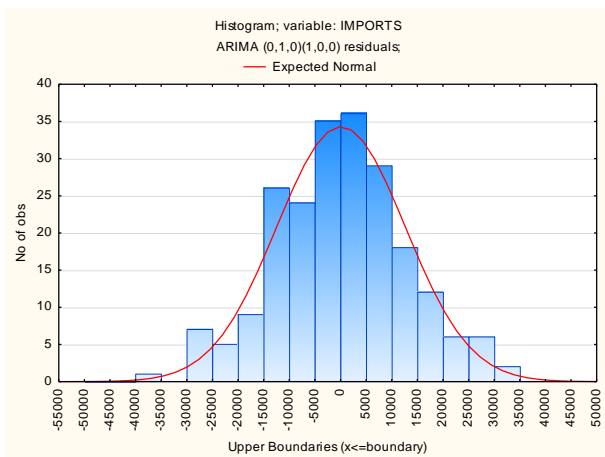
Табл. 2.1.8. Порівняння отриманих прогнозних значень обсягів імпорту товарів країн ЄС на 2017 р. із фактичними

	Прогнозні значення	Імпорт	Похибка
2019M02	288 500,2	297 304,6	0,029614073
2019M03	317 841,3	324 676,8	0,021053244
2019M04	292 253,0	296 220,7	0,013394405
2019M05	303 488,7	312 121,4	0,027658148
2019M06	287 157,9	291 726,8	0,015661571
2019M07	295 126,2	301 994,0	0,022741511
2019M08	251 133,7	256 032,8	0,019134658
2019M09	298 692,5	305 349,9	0,021802529
2019M10	319 878,4	328 049,9	0,02490932
2019M11	299 320,8	305 148,1	0,019096629
2019M12	271 715,8	263 909,5	0,029579458
2020M01	282 516,3	300 049,3	0,058433731

За результатами аналізу, середня похибка різниці між одержаними прогнозними значеннями і фактичними вказує на високу якість побудованих моделей. Окрім того, адекватність моделей підтверджена аналізом залишків моделей (рис. 2.1.10), розподіл яких відповідно апроксимується нормальним розподілом.



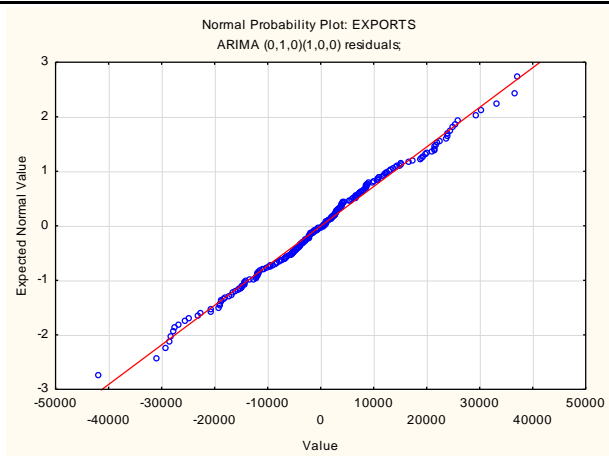
a)



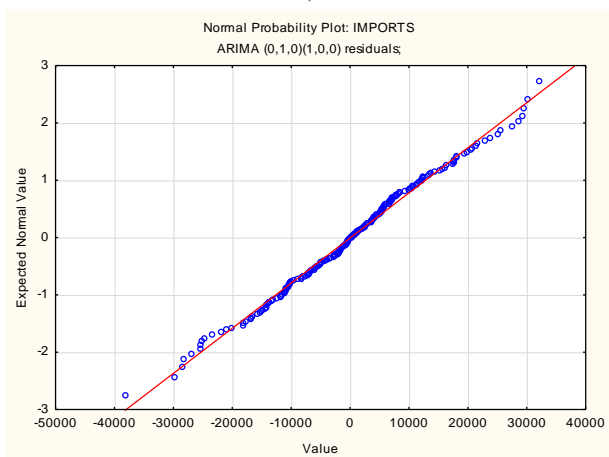
б)

Рис. 2.1.10. Гістограма залишків прогнозної моделі обсягів торговельних операцій: а) експорту; б) імпорту

Окрім гістограми залишків прогнозних моделей зобразимо також нормальний імовірнісний графік залишків прогнозних моделей (рис. 2.1.11). Для підтвердження нормальності розподілу, точки залишків повинні досить чітко формувати пряму лінію нормального розподілу графіка.



а)



б)

Рис. 2.1.11. Апроксимація розподілу залишків прогнозної моделі обсягів торговельних операцій: а) експорту; б) імпорту

Після перевірки на адекватність за допомогою побудованих ARIMA-моделей можна отримати прогнозні значення на майбутні періоди. Довготривалий прогноз може не виправдати себе, тому розраховуємо лише на рік наперед (з лютого 2020 р. по січень 2021 р.), враховуючи, спостережні дані по січень 2020 р. включно (рис. 2.1.12).

Моделі сталого розвитку

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spreadsheet 1)				
Input: EXPORTS				
Start of origin: 1 End of origin: 217				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2020M02	294749,6	272237,4	317261,7	13627,44
2020M03	318069,7	286232,7	349906,7	19272,11
2020M04	293826,1	254833,9	332818,3	23603,42
2020M05	307373,0	262348,7	352397,2	27254,88
2020M06	289997,5	239658,8	340336,2	30471,88
2020M07	298744,8	243601,5	353888,0	33380,27
2020M08	259587,5	200025,9	319149,0	36054,82
2020M09	301603,9	237929,9	365277,8	38544,22
2020M10	320943,5	253407,0	388479,9	40882,32
2020M11	301432,0	230242,3	372621,6	43093,75
2020M12	266298,1	191633,8	340962,5	45197,11
2021M01	297088,0	219103,6	375072,3	47206,84

a)

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spreadsheet 1)				
Input: IMPORTS				
Start of origin: 1 End of origin: 217				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2020M02	283187,0	262424,9	303949,2	12568,12
2020M03	307316,5	277954,4	336678,7	17774,01
2020M04	286273,3	250312,1	322234,4	21768,62
2020M05	295513,2	253988,9	337037,6	25136,24
2020M06	282083,2	235657,5	328508,8	28103,17
2020M07	288636,1	237779,4	339492,9	30785,48
2020M08	252457,6	197526,1	307389,2	33252,12
2020M09	291569,0	232844,6	350293,3	35548,01
2020M10	308991,8	246705,2	371278,3	37704,36
2020M11	292085,7	226429,9	357741,4	39743,88
2020M12	269383,9	200523,5	338244,3	41683,74
2021M01	278266,0	206343,7	350188,3	43537,24

б)

Рис. 2.1.12. Результати моделювання динаміки обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (лютий 2020 р.–січень 2021 р.):

a) експорту; б) імпорту

Отже, застосувавши до міжнародної торгівлі теорію часових рядів, доходимо висновку, що на основі статистичного аналізу можна побудувати математичні моделі, які дадуть змогу пояснити поведінку

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

рядів статистичних даних основних показників торгівлі і здійснити прогноз на майбутні періоди.

При цьому дослідження міжнародної торгівлі передбачає реалізацію таких етапів для кожного із показників: аналіз динаміки показника на кожному з часових інтервалів досліджуваного періоду; побудова моделі, що адекватно відображає динаміку показника в часі; прогнозування на основі отриманої моделі.

Таким чином, отримані засобами пакета STATISTICA 10 ARIMA-моделі динаміки з інтервенціями (перерваного часового ряду) можна використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних й імпортних потоків країн.

Отже, математичні моделі, побудовані на основі теорії часових рядів дають змогу за статистичним рядом даних пояснити поведінку цього ряду і здійснити прогноз на майбутні періоди. При цьому дослідження міжнародної торгівлі передбачає реалізацію таких етапів для кожного із показників: аналіз динаміки визначеного показника на кожному з часових інтервалів досліджуваного періоду; побудова моделі, що адекватно відображає динаміку цього показника у часі; прогнозування на основі отриманої моделі. Таку динамічну модель можна використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних та імпортних потоків країн, що є важливим етапом ефективного прийняття рішень у сфері торгівлі.

2.2. Моделювання оцінок міжнародної торгівлі країн із застосуванням нейромережних технологій

Вибір напрямку стратегічного планування та розробка сценаріїв розвитку торговельних відносин зумовлюють необхідність ефективного прогнозування основних показників міжнародної торгівлі. У попередньому параграфі ми розглянули можливість застосування ARIMA-моделі динаміки з інтервенціями для прогнозування основних показників міжнародної торгівлі.

Ця модель є найпопулярнішою для прогнозування часових рядів і має дуже чітке математичне та статистичне обґрунтування, що робить її однією з найбільш науково обґрунтованих і виділяє з-поміж інших моделей для прогнозування тенденцій у часових рядах. Побудова моделей ARIMA базується на припущенні, що часовий ряд генерується нескінченно відповідно до деяких функцій, параметри яких нам потрібно визначити та оцінити, тобто основа підходу до побудови ARIMA-моделі базується на гіпотезі стабільності процесу.

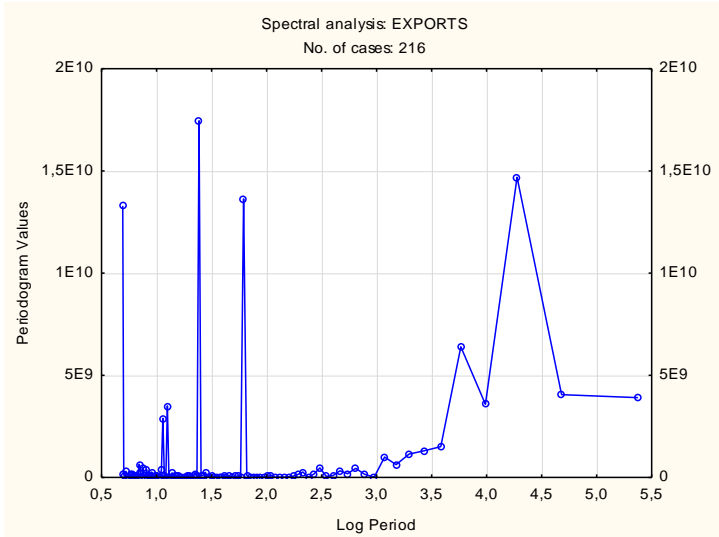
Моделі сталого розвитку

Проте, із стрімким розвитком комп'ютерних інформаційних технологій на альтернативу традиційним математичним методам приходять більш сучасні методи моделювання економічних процесів. Один із цих методів передбачає застосування нейромережних технологій [11; 12]. Штучні нейронні мережі були запропоновані як інструмент прогнозування часових рядів і набули величезної популярності за останні декілька років. Основним завданням нейронних мереж є побудова моделі для імітації інтелекту людського мозку за допомогою машини. Нейронні технології намагаються розпізнати закономірності у вхідних даних, отримати висновки з досвіду, а потім надати узагальнені результати на основі своїх попередніх знань. Нейронні мережі є самоадаптивними. Немає необхідності вказувати конкретну модель або робити апіорні припущення щодо статистичного розподілу даних, бажана модель формується адаптивно і базується на ознаках, представлених на основі даних. Моделювання нейронних мереж за своєю суттю є нелінійним, що робить його більш практичним та точним при моделюванні даних, на відміну від традиційних лінійних підходів, таких як методи ARIMA. Крім того, вони моделюють ситуацію навіть, коли вхідні дані є неправильними, неповними або розмитими. Це призвело до вибору нейромережних технологій як ще одного інструменту для моделювання і прогнозування міжнародної торгівлі країн. Для прикладу скористаємося аналізом статистичних даних основних показників торгівлі країн ЄС [12] із попереднього параграфа та побудуємо прогнозу модель за допомогою нейромережних технологій.

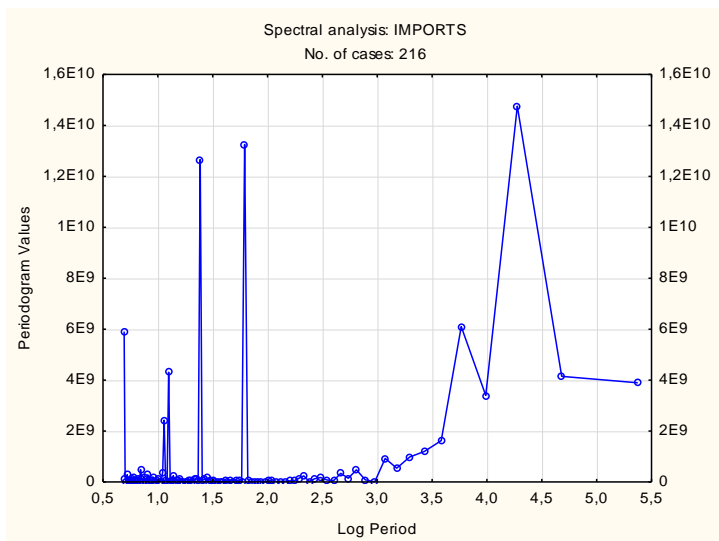
Для моделювання використаємо статистичні дані Eurostat [9] про обсяги експорту й імпорту товарів (млн. євро) країн ЄС за кожен місяць із січня 2002 р. по січень 2020 р. Основні тенденції динаміки обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС протягом досліджуваного періоду зображено на рис. 2.1.1 у попередньому параграфі. Загалом, підсумовуємо, що для основних показників торгівлі ЄС простежується зростаючий лінійний тренд і певна періодичність.

Як зазначалося вище, зважаючи на характер перебігу міжнародної торгівлі [11; 6], дослідження цього процесу можна провести із використанням теорії часових рядів. Для визначення періодичності часового ряду застосуємо модуль Time series analysis/Forecasting пакета STATISTICA 10 та спектральний аналіз Фур'є (рис. 2.2.1). За даними рис. 2.2.1 можна визначити, що досліджувані часові ряди мають періодичність 4. Це значення використаємо при налаштуванні нейронної мережі.

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі



a)



б)

Рис. 2.2.1. Періодограма спектрального аналізу Фур'є обсягів експорту (а) та імпорту (б) товарів країн ЄС (січень 2002 р.–січень 2020 р.)

Моделі сталого розвитку

Для побудови нейромережної прогнозної моделі застосуємо модуль Statistics/Neural networks пакету STATISTICA 10. Адекватність моделі досліджуватимемо за допомогою крос-перевірки. Для тренування нейронної мережі вибираємо дані з січня 2002 р. по січень 2019 р., а перевірку виконаємо для значень обсягів торговельних операцій з лютого 2019 р. по січень 2020 р. У пакеті STATISTICA 10 вбудований модуль Neural networks, що передбачає застосування технологій штучного інтелекту до побудови прогнозних моделей. У цьому модулі запропоновано два типи нейронних мереж у якості інструментів прогнозування: MLP (багатошаровий перцептрон) і RBF (радіально-базисні функції).

Мережа типу радіальної базисної функції (RBF) має проміжний шар, що складається із радіальних елементів, кожен з яких відтворює гауссову поверхню. Так як ці функції нелінійні, тому для моделювання довільної функції не потрібно брати більше одного проміжного шару, необхідно взяти лише достатню кількість радіальних елементів. Мережа RBF має вихідний шар, що складається з елементів із лінійними функціями активації.

Мережі радіальної базисної функції (RBF) мають ряд переваг перед мережами багатошарового перцептрону (MLP). Вони моделюють будь-яку нелінійну функцію за допомогою лише одного проміжного шару, і таким чином, нам не потрібно вирішувати скільки шарів матиме модель. А також параметри лінійної комбінації у вихідному шарі можна оптимізувати за допомогою методів лінійного моделювання, що дають швидкий результат і не виникає труднощів із локальними мінімумами, що є недоліком при навчанні MLP. Тому мережа RBF навчається на порядок швидше MLP.

Проте, для застосування методів лінійної оптимізації у вихідному шарі мережі RBF, потрібно визначити кількість радіальних елементів та положення їх центрів і величини відхилень. Ці алгоритми є менш придатними для знаходження субоптимальних рішень. Окрім того, відмінності в роботі цих двох типів мереж пов'язані з різним поданням простору моделі: «груповим» в RBF і «площинним» в MLP.

Сьогодні архітектура мережі MLP використовується частіше, ніж мережі RBF. І основною причиною є те, що мережа радіально-базисних функцій (RBF) є занадто нелінійною і при її тренуванні не відбувається зменшення розмірності, натомість, при моделюванні із допомогою мережі багатошарового перцептрона (MLP) кожен нейрон

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

має обмежене поле сприйняття і в кожному шарі їх значно меншає. Елементи організовані в пошарову топологію з прямою передачею сигналу і таку мережу легко можна інтерпретувати як модель «вхід–вихід», в якій ваги і порогові значення є вільними параметрами моделі. Мережа MLP може моделювати функцію будь-якого ступеня складності, окрім того, складність функції визначають кількість шарів і кількість елементів в кожному шарі. При тренуванні нейромережі багатшарового перцептронну (MLP) спочатку визначається кількість шарів і елементів в кожному з них, а вагам і порогам випадковим чином присвоюються невеликі за величиною початкові значення. Таким чином, вони практично не пов'язані один з одним. У процесі навчання значення ваг збільшуються. На основі значень ваг і порогів мінімізується помилка прогнозу, що видається мережею.

Враховуючи переваги і недоліки двох типів нейронних мереж вбудованих в програмний продукт STATISTICA 10, для побудови прогнозної моделі обсягів імпорту та експорту товарів країн ЄС нами було обрано мережу MLP.

Отже, на основі результатів аналізу отримано 5 нейронних мереж (рис. 2.2.2) для обсягів експорту й імпорту відповідно.

Summary of active networks (Spreadsheet1)											
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-8-1	0.909707	0.922942	0.794499	103420353	145894943	99642780	BFGS 27	SOS	Tanh	Tanh
2	MLP 12-7-1	0.909776	0.922163	0.794305	103239221	149563869	95420331	BFGS 32	SOS	Tanh	Logistic
3	MLP 12-5-1	0.920407	0.934868	0.800367	88479168	120812221	95381249	BFGS 71	SOS	Logistic	Logistic
4	MLP 12-4-1	0.906961	0.911397	0.797814	107160211	169250164	92591228	BFGS 52	SOS	Logistic	Tanh
5	MLP 12-3-1	0.918424	0.923835	0.801091	91257060	143197760	91353249	BFGS 37	SOS	Tanh	Identity

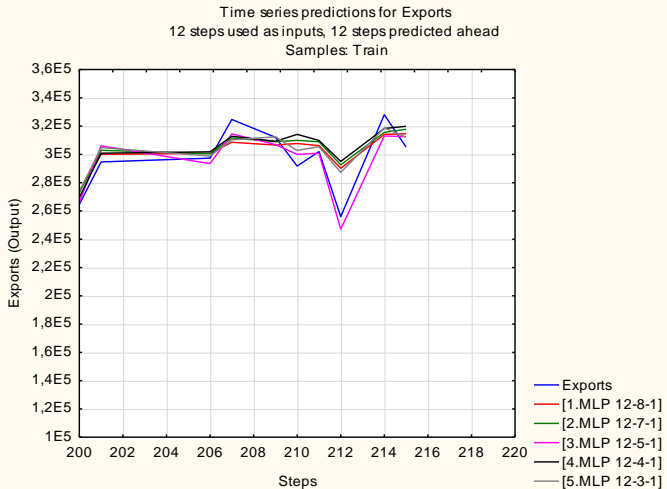
a)

Summary of active networks (Spreadsheet1)											
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 12-8-1	0.929763	0.923251	0.796179	71173991	138191178	96018703	BFGS 50	SOS	Tanh	Logistic
2	MLP 12-6-1	0.929096	0.936079	0.809200	71833948	116374996	77540210	BFGS 91	SOS	Logistic	Identity
3	MLP 12-2-1	0.871696	0.885890	0.787064	147590870	203699581	95413338	BFGS 12	SOS	Logistic	Identity
4	MLP 12-7-1	0.874388	0.886802	0.787644	144667005	200991675	93786099	BFGS 8	SOS	Identity	Identity
5	MLP 12-3-1	0.867821	0.896135	0.786020	153039274	184494868	99432819	BFGS 8	SOS	Identity	Exponential

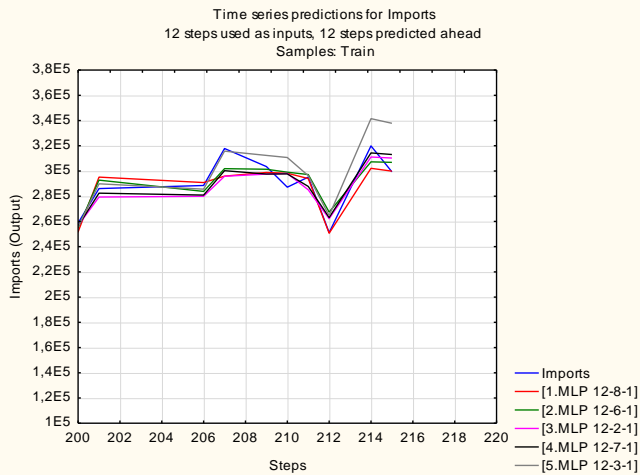
б)

Рис. 2.2.2. Результати моделювання обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС: а) експорту; б) імпорту

Серед п'яти нейронних мереж для обсягів експорту й імпорту вибираємо по одній, що найбільш оптимально описують прогнозні ряди. Цей вибір здійснимо на основі графіків прогнозних значень моделей (рис. 2.2.3).



a)



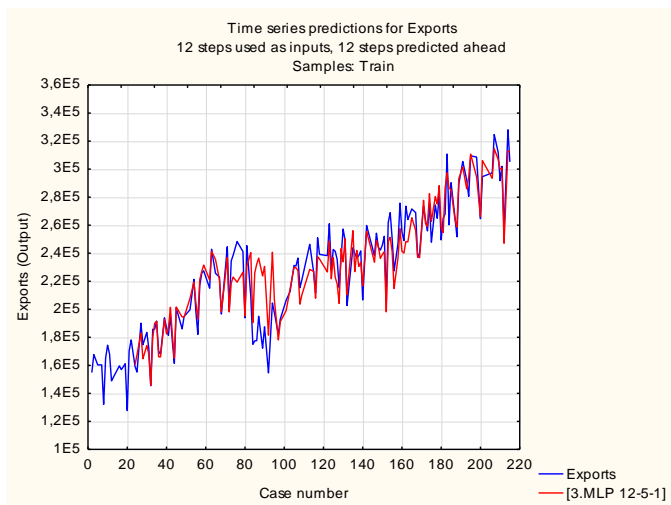
б)

Рис. 2.2.3. Графік прогностичних значень нейромережних моделей:
а) експорту; б) імпорту

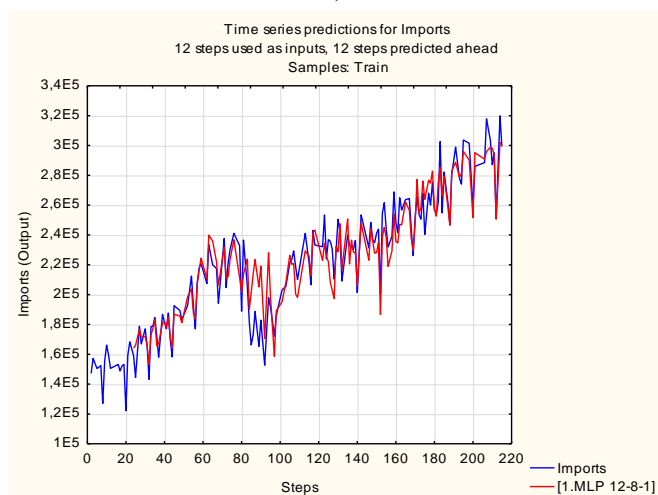
За даними графіків (рис. 2.2.3) зроблено висновок, що найбільш оптимальний ряд для обсягів експорту, прогнозований моделлю MLP 12-6-1 та для обсягів імпорту — моделлю MLP 12-8-1. Візуальне підт-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

вердження вибору обраних моделей зображено на графіках проєкції часових рядів (рис. 2.2.4). Так, побудована мережа оптимально відображає реальні статистичні дані.



a)

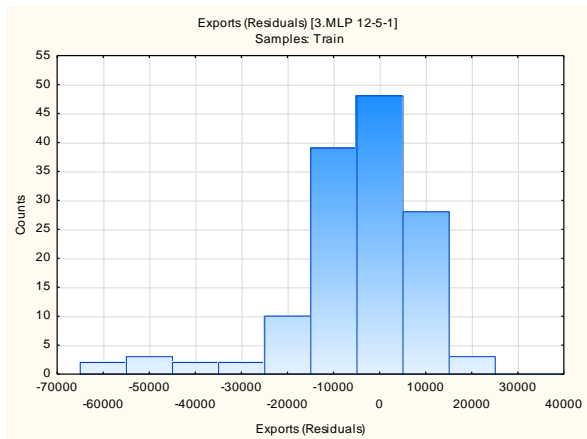


б)

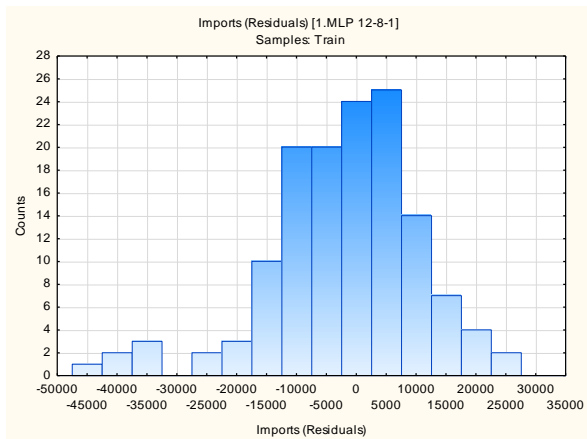
Рис. 2.2.4. Проєкція часового ряду: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Моделі сталого розвитку

Для підтвердження правильності отриманих при моделюванні результатів необхідно здійснити перевірку адекватності моделей. Відповідно перевірку також можна виконати на основі аналізу залишків моделей. Якщо моделі адекватні, то ряди залишків моделей матимуть нормальний розподіл. Для графічного аналізу залишків побудуємо гістограму залишків моделей (рис. 2.2.5) та нормальний імовірнісний графік залишків для наших моделей (рис. 2.2.6).



а)

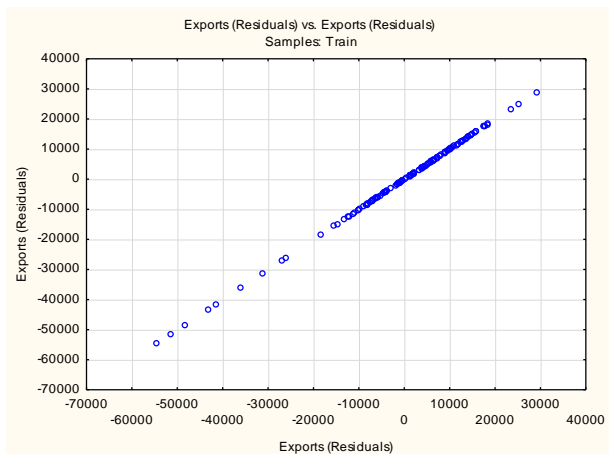


б)

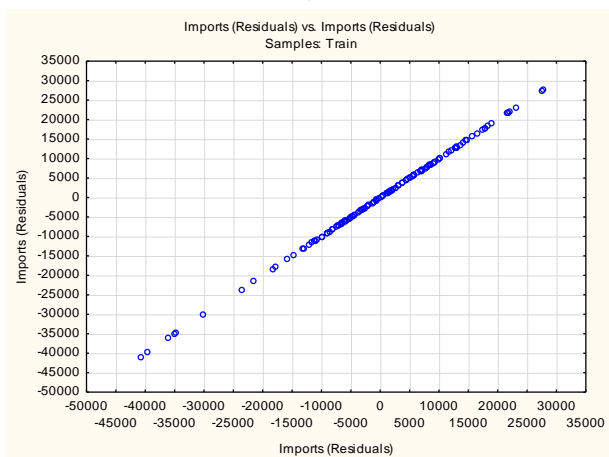
Рис. 2.2.5. Гістограма залишків прогнозних моделей: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Дані рис. 2.2.5 підтверджують, що залишки двох прогнозних моделей розподілені за нормальним законом розподілу. Також відомо, що за більшого наближення розподілу до нормального значення залишків формують пряму лінію. За рис. 2.2.6 визначаємо, що ряд залишків моделі нормально розподілений. Отже, можна стверджувати про достатню адекватність побудованої моделі.



a)



б)

Рис. 2.2.6. Нормальний імовірнісний графік залишків прогнозних моделей: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Моделі сталого розвитку

Крім графічного підтвердження адекватності моделі, проведемо крос-перевірку. Для цього розглянемо таблицю із реальними статистичними даними та прогнозними (рис. 2.2.7), а також відобразимо у іншій таблиці дані про похибку прогнозних значень.

Case name	Time series projection for Exports (Spre 12 steps used as inputs, 12 steps predi All samples		
	Exports Target	Exports(Output) MLP 12-5-1	Error
2019M02	297304.6	293462.7	0,012923
2019M03	324676.8	314489.4	0,031377
2019M04	296220.7	297135.0	0,003087
2019M05	312121.4	306941.2	0,016597
2019M06	291726.8	300027.5	0,028454
2019M07	301994.0	300791.7	0,003981
2019M08	256032.8	247109.7	0,034851
2019M09	305349.9	304607.9	0,00243
2019M10	328049.9	313023.4	0,045805
2019M11	305148.1	312508.1	0,02412
2019M12	263909.5	230127.9	0,128004
2020M01	300049.3	288410.1	0,038791

a)

Case name	Time series projection for Imports (Spre: 12 steps used as inputs, 12 steps predi All samples		
	Imports Target	Imports(Output) MLP 12-8-1	Error
2019M02	288500.2	290794.0	0,007951
2019M03	317841.3	295919.6	0,068971
2019M04	292253.0	284468.7	0,026635
2019M05	303488.7	298806.1	0,015429
2019M06	287157.9	298200.0	0,038453
2019M07	295126.2	294018.3	0,003754
2019M08	251133.7	250611.4	0,00208
2019M09	298692.5	294794.8	0,013049
2019M10	319878.4	302131.7	0,055479
2019M11	299320.8	299894.5	0,001917
2019M12	271715.8	267852.3	0,014219
2020M01	282516.3	294355.4	0,041906

б)

Рис. 2.2.7. Таблиця значень реальних даних, прогнозних та значення похибки: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Оскільки крос-перевірку виконуємо для останніх дванадцяти значень із таблиці, тобто для лютого 2019 р. по січень 2020 р., розрахуємо середнє значення похибки для цих значень (рис.2.2.8). Отже, прогнозна модель має похибку 3,1% для експорту та 2,4% для імпорту, що відповідає нормі.

Case name	Time series 12 steps All samples
	Error
MEAN case 206-217	0,031

a)

Case name	Time series 12 steps All samples
	Error
MEAN case 206-217	0,024

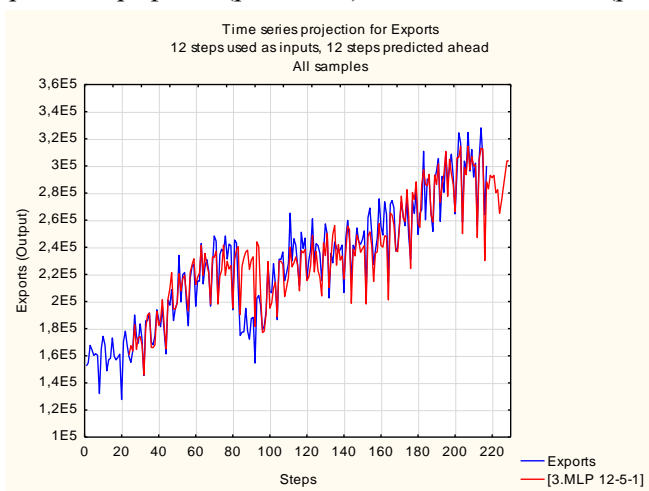
б)

Рис. 2.2.8. Середнє значення похибки прогновної моделі: а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

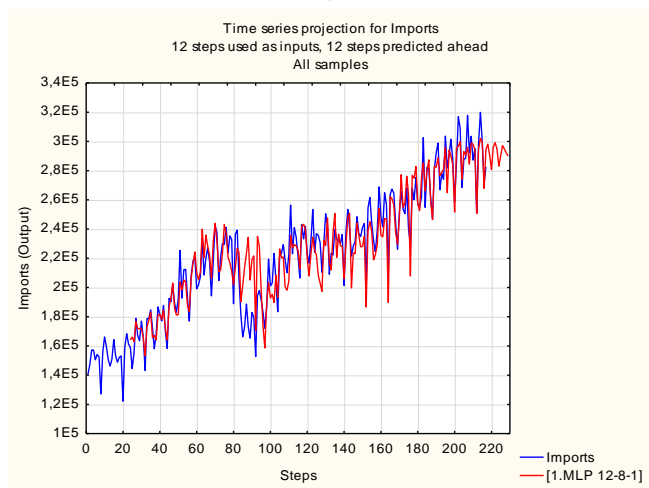
Після перевірки побудованої нейромережної моделі на адекватність можна використовувати її як інструмент прогнозування обсягів експорту й імпорту країн на майбутні періоди.

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Розрахуємо прогнозні значення для обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС на період із лютого 2020 р. до січня 2021 р. Одержані дані відобразимо графічно (рис. 2.2.9) і подамо в таблиці (рис. 2.2.10).



a)



б)

Рис. 2.2.9. Графік прогнозних значень обсягів торговельних операцій товарів країн ЄС (лютий 2020 р.–січень 2021 р.): а) обсягів експорту; б) обсягів імпорту

Моделі сталого розвитку

Case name	Time series projection for Exports 12 steps used as inputs, 12 steps used as outputs All samples	
	Exports Target	Exports(Output) MLP 12-5-1
2019M10	328049,9	313023,4
2019M11	305148,1	312508,1
2019M12	263909,5	230127,9
2020M01	300049,3	288410,1
2020M02		283054,7
2020M03		293126,8
2020M04		291317,9
2020M05		293054,7
2020M06		280275,1
2020M07		282469,1
2020M08		265088,4
2020M09		273439,5
2020M10		283476,9
2020M11		293759,2
2020M12		303627,4
2021M01		303726,1

а)

Case name	Time series projection for Imports 12 steps used as inputs, 12 steps used as outputs All samples	
	Imports Target	Imports(Output) MLP 12-8-1
2019M10	319878,4	302131,7
2019M11	299320,8	299894,5
2019M12	271715,8	267852,3
2020M01	282516,3	294355,4
2020M02		298071,7
2020M03		290687,0
2020M04		280618,9
2020M05		296256,9
2020M06		299157,0
2020M07		294621,4
2020M08		283065,4
2020M09		290215,5
2020M10		297206,3
2020M11		294844,2
2020M12		292221,1
2021M01		290039,8

б)

Рис. 2.2.10. Прогнозні значення обсягів експорту (а) та імпорту (б) товарів країн ЄС (лютий 2020 р.–січень 2021 р.)

Таким чином, на основі статистичних даних обсягів імпорту товарів країн ЄС за попередні періоди, застосувавши нейромережні технології, отримано прогнозні значення цього показника торгівлі на майбутнє.

Отже, на основі проведеного дослідження доходимо висновку, що для результативного оцінювання і прогнозування показників міжнародної торгівлі можна застосовувати теорію часових рядів і нейромережні технології. Принцип роботи нейромережних технологій полягає у вмінні навчатися на певних прикладах. Більше того, нейронна мережа здатна змінювати свою поведінку залежно від змін зовнішніх факторів та, врахувавши приховані закономірності великої множини даних. За допомогою побудованої таким чином прогнозної моделі отримано передбачені значення обсягів експорту й імпорту товарів країн ЄС на майбутні періоди.

Таким чином, отриману засобами пакету STATISTICA 10 модуля Neural networks прогнозну модель динаміки часового ряду можна та-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

кож використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій зміни обсягів експортних й імпортних потоків країн.

Використовуючи нейромережні технології, аналогічні моделі можна побудувати для дослідження динаміки інших показників міжнародної торгівлі.

2.3. Оцінювання структурної динаміки міжнародної торгівлі

При оцінюванні будь-якої предметної галузі постає завдання ідентифікації основних тенденцій протікання досліджуваного процесу в динаміці. Особливо важливим при проведенні статистичного аналізу є оцінка структурних трансформацій цього процесу, тобто розрахунок зміни часток компонентів структури. Зважаючи на зростання ролі міжнародної торгівлі в економічному розвитку, актуальним є аналіз структурної динаміки міжнародної торгівлі. Виявлення взаємозв'язків між структурними елементами міжнародної торгівлі дозволить передбачити, які зміни відбуватимуться у структурній динаміці наявних товарних груп. А отже, попередити настання структурної рецесії і, навіть, структурної кризи. Оскільки однією із проблем оцінювання економічних процесів є їх динамічність, мінливість параметрів і структурних взаємозв'язків [8], тому саме структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі дасть змогу оптимізувати процес оцінювання торгівлі. Під структурою торгівлі будемо розуміти пропорції груп товарів і послуг. Так як структура будь-якої економічної системи, і торгівлі також, зазнає певних змін з плином часу, то і пропорції груп товарів і послуг теж носять динамічний характер.

У розвинутих країнах державна політика спрямовується на перерозподіл її ресурсного потенціалу для стимулювання економічного зростання. Загально відомо, що прогресивні структурні зміни приводять до економічного зростання, а регресивні спричиняють сповільнення економічного зростання і економічний спад. Саме тому нині постає важливе питання оцінювання структурної динаміки протікання економічних процесів [11; 13].

При проведенні статистичного аналізу особливе місце займає оцінка структурних змін певного процесу, тобто змін у частковому співвідношенні між компонентами структури (одні збільшуються, інші зменшуються, а є й такі, частки яких залишаються незмінними). В економіці аналіз зростання та структурних змін прийнято називати структурно-динамічним аналізом [14].

Моделі сталого розвитку

Для якісної оцінки структурних змін потрібно забезпечити комплексний аналіз їх параметрів, тому що подальше розуміння трансформаційних перетворень торгівлі напряму залежить від рівня аналітичного відображення статистики основних показників. Це дасть змогу запропонувати ефективні сценарії формування основних тенденцій протікання торгівлі. Структурні зрушення характеризуються динамічністю розвитку, що виражені їх кількісними показниками. Тобто здійснити оцінку динамічних зрушень у сфері торгівлі можливо за допомогою розрахунків часток структурних компонент протягом досліджуваного періоду. Відмінності між елементами структури розглядається з позиції зміни частки одної компоненти стосовно іншої.

Сьогодні існує багато наукових об'єднань, що займаються застосуванням різних методик при проведенні структурно-динамічного аналізу в економіці. Проте, у науковій літературі досить рідко можна побачити праці, присвячені опису та систематизації таких методик, що сповільнює розробку інструментарію для проведення ефективного структурного аналізу та формування розуміння ваги структурних характеристик в сукупності інших. Існує потреба уточнення множини показників, які використовуються при ідентифікації структури на різних рівнях.

Так як торгівля є соціально-економічним процесом, застосуємо структурно-динамічний аналіз для оцінки змін у структурі торгівлі за певний проміжок часу. Розглядаємо поділ торгівлі товарами країн ЄС протягом 2002–2019 рр. на 7 товарних груп так, як це відображено у статистичних даних:

- 1) харчові продукти, напої та тютюнові вироби;
- 2) сировина;
- 3) мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали;
- 4) хімічні речовини та пов'язані з ними продукти;
- 5) інші промислові товари;
- 6) техніка та транспортне обладнання;
- 7) товари та операції, не класифіковані в SITC.

Насамперед розрахуємо частки кожної із товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі відповідно за обсягами експорту та імпорту країн ЄС протягом 2002–2019 рр. (табл. 2.3.1, табл. 2.3.2).

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Табл. 2.3.1. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту країн ЄС протягом 2002-2019 рр.

Товарні групи	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	7,64	7,79	7,43	7,35	7,10	7,32	7,67	8,84	8,27
Сировина	2,63	2,67	2,80	2,81	3,00	3,09	3,10	2,92	3,35
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	3,65	3,87	4,06	5,36	5,89	5,64	7,17	5,78	6,50
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	14,41	14,69	14,78	14,98	14,84	15,17	15,00	17,03	16,55
Інші промислові товари	27,31	27,11	27,23	26,84	27,01	27,34	26,47	25,93	25,63
Техніка та транспортне обладнання	42,42	41,77	41,63	40,89	40,60	39,97	38,62	37,60	37,39
Товари та операції, не класифіковані в SITC	1,94	2,10	2,07	1,78	1,57	1,47	1,97	1,90	2,31
Загальний	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	8,18	8,44	8,77	8,83	8,82	9,06	8,90	8,60	8,83
Сировина	3,52	3,42	3,27	3,15	2,97	2,90	3,06	3,03	2,91
Мінеральне паливо, змащувальні матеріали і супутні матеріали	7,46	8,48	8,01	7,19	5,41	4,51	5,28	5,93	5,48
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	16,05	16,24	16,06	16,23	16,64	16,57	16,43	16,78	17,06
Інші промислові товари	25,67	24,92	24,70	25,19	25,28	25,52	25,57	25,48	25,34
Техніка та транспортне обладнання	36,79	36,53	36,30	37,20	38,63	39,50	39,02	38,49	38,59
Товари та операції, не класифіковані в SITC	2,33	1,97	2,89	2,20	2,26	1,93	1,73	1,69	1,79
Загальний	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Моделі сталого розвитку

Табл. 2.3.2. Частки товарних груп (%) у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту країн ЄС протягом 2002-2019 рр.

Товарні групи	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	7,87	7,97	7,67	7,45	7,06	7,31	7,50	8,91	8,09
Сировина	3,65	3,61	3,75	3,69	3,91	4,06	4,07	3,52	4,18
Мінеральне паливо, змашувальні матеріали і супутні матеріали	8,02	8,45	9,16	12,20	13,20	12,25	15,52	12,84	14,01
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	12,50	12,65	12,73	12,84	12,50	12,86	12,62	14,20	13,79
Інші промислові товари	26,85	26,66	26,61	25,99	26,13	27,07	25,71	25,47	25,31
Техніка та транспортне обладнання	38,30	38,04	37,87	36,19	35,05	35,11	32,89	32,82	32,70
Товари та операції, не класифіковані в SITC	2,81	2,62	2,21	1,64	2,15	1,34	1,68	2,24	1,92
Загальний	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби	7,96	8,15	8,63	8,68	8,89	9,05	8,83	8,47	8,53
Сировина	4,46	4,17	4,11	3,96	3,77	3,63	3,78	3,74	3,60
Мінеральне паливо, змашувальні матеріали і супутні матеріали	16,23	17,70	16,88	14,69	10,76	8,71	10,02	11,45	10,45
Хімічні речовини та пов'язані з ними продукти	13,50	13,62	13,87	14,12	14,51	14,35	14,28	14,28	14,29
Інші промислові товари	25,18	24,01	24,38	25,21	26,08	26,33	26,13	25,86	25,52
Техніка та транспортне обладнання	30,81	30,07	30,70	31,93	34,54	35,69	35,25	34,80	35,47
Товари та операції, не класифіковані в SITC	1,86	2,28	1,44	1,42	1,44	2,23	1,71	1,41	2,15
Загальний	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Для наочності зобразимо зміну часток кожної із товарних груп протягом досліджуваного періоду (рис. 2.3.1, рис. 2.3.2).

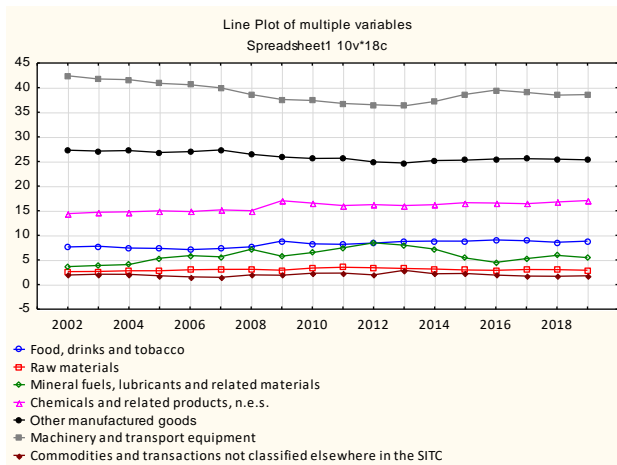


Рис. 2.3.1. Динаміка зміни часток (%) товарних груп у загальній структурі торгівлі за обсягами експорту протягом 2002–2019 рр.

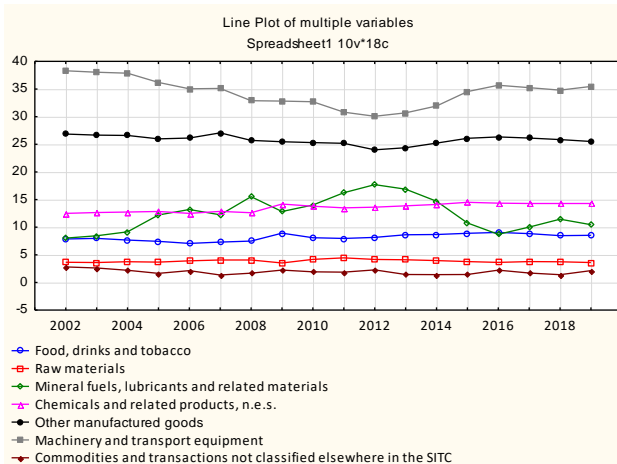


Рис. 2.3.2. Динаміка зміни часток (%) товарних груп у загальній структурі торгівлі за обсягами імпорту протягом 2002–2019 рр.

При проведенні статистичної оцінки міжнародної торгівлі ЄС важливим є дослідження структурних змін обсягів експорту та імпорту, тобто співвідношення часток змін структурних компонент.

Моделі сталого розвитку

Для проведення структурно-динамічного аналізу використовують різні методики та показники оцінювання структурних зрушень протягом досліджуваного періоду. Наприклад, застосовують індекс відмінностей, лінійний і квадратичний коефіцієнти абсолютних структурних зрушень (Казинця), інтегральний коефіцієнт структурних зрушень К. Гатєва, інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей А. Салаї, індекс В. М. Рябцева та ін.

Кожен із перерахованих показників має свої переваги і недоліки. Застосуємо їх до оцінювання структурних трансформацій у міжнародній торгівлі ЄС.

У нас виділено сім товарних груп у торгівлі ЄС протягом 2002–2019 рр. згідно статистичних даних Eurostat [9].

Користуючись різними методиками, розрахуємо показники структурних зрушень для проведення ефективного структурно-динамічного аналізу міжнародної торгівлі ЄС та формування розуміння ваги структурних характеристик в сукупності інших.

Одним із вищезгаданих показників є індекс відмінностей, що належить до найпростіших узагальнюючих показників абсолютного значення структурних зрушень і, на відміну від більшості інших, є обмеженим знизу та зверху.

Цей показник розраховують за формулою [15]:

$$I_{\text{відм.}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |d_{1i} - d_{0i}|, \quad (2.3.1)$$

де d_{0i} , d_{1i} — частки i -го елемента однієї сукупності різних періодів; n — кількість елементів у досліджуваній структурі.

Перевагою цього індекса є його незалежність від кількості компонент структури. Він набуває значень від 0 до 1 і має свою шкалу градацій структурних відмінностей.

- 0,00–0,10 — подібність структур;
- 0,11–0,20 — подібність структур з певними відмінностями;
- 0,21–0,25 — наявність незначних відмінностей;
- 0,26–0,30 — перехід від незначних відмінностей до істотних;
- 0,31–0,35 — велика різниця між структурними компонентами;
- 0,36–0,40 — перехід від суттєвої різниці до значної;
- 0,41–0,50 — значна відмінність між елементами структури;
- 0,51–0,60 — перехід від значної різниці до явної;
- 0,61–0,70 — явна відмінність;
- 0,71–0,80 — перехід від явної відмінності до протилежності структур;

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

– 0,81–1,00 — протилежність структур.

Користуючись статистичними даними Eurostat для оцінки структурних змін у міжнародній торгівлі ЄС, що відбулися у 2019 р. порівняно із 2002 р., розрахуємо індекси відмінностей — для експорту $I_{відм.} = 0,06$ і для імпорту товарів ЄС — $I_{відм.} = 0,05$. За інтерпретацією результатів згідно шкали — спостерігаємо подібність структур.

Проте, на нашу думку, для аналізу структурних трансформацій у міжнародній торгівлі ЄС варто розглянути значення індекса відмінностей протягом досліджуваного періоду у кожному наступному році порівняно з попереднім (табл. 2.3.3, табл. 2.3.4).

Табл. 2.3.3. Значення індекса відмінностей для оцінювання структурної динаміки експорту товарів протягом 2002–2019 рр.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
$I_{відм.}$	0,0085	0,0053	0,0151	0,0088	0,0097	0,0238	0,0320	0,0155	0,0119
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
$I_{відм.}$	0,0146	0,0125	0,0162	0,0198	0,0136	0,0098	0,0100	0,0072	

Табл. 2.3.4. Значення індекса відмінностей для оцінювання структурної динаміки імпорту товарів протягом 2002–2019 рр.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
$I_{відм.}$	0,0068	0,0094	0,0315	0,0187	0,0176	0,0381	0,0355	0,0182	0,0250
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
$I_{відм.}$	0,0220	0,0172	0,0236	0,0411	0,0235	0,0146	0,0143	0,0147	

Окрім індекса відмінностей, у міжнародній статистичній практиці частіше оцінюють структурні трансформації за допомогою [15]:

1) лінійного коефіцієнта абсолютних структурних зрушень (Казинця)

$$S_d = \frac{\sum_{i=1}^n |d_{1i} - d_{0i}|}{n}, \quad (2.3.2)$$

2) квадратичного коефіцієнта абсолютних структурних зрушень (Казинця):

$$S_\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{1i} - d_{0i})^2}{n}}, \quad (2.3.3)$$

Моделі сталого розвитку

де d_{0i}, d_{1i} — частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається в попередньому періоді; n — кількість елементів у досліджуваній структурі.

Лінійний і квадратичний коефіцієнти абсолютних структурних зрушень показують середнє відхилення у відсотках порівнюваних часток структурних компонент. Якщо зрушення відсутні, ці показники дорівнюють 0. Коефіцієнти Казинця не мають верхньої межі, тому структурні змінні будуть тим більшими, чим вищі значення коефіцієнтів. Користуючись статистичними даними, розрахуємо коефіцієнти Казинця для оцінки структурних змін у торгівлі товарами країн ЄС, що відбулися у 2019 р. порівняно із 2002 р. — для експорту $S_d = 0,017$, $S_\sigma = 0,02$ і для імпорту товарів ЄС $S_d = 0,014$, $S_\sigma = 0,017$. А також обчислимо значення індексів протягом досліджуваного періоду у кожному наступному році порівняно з попереднім (табл. 2.3.5, табл. 2.3.6).

Табл. 2.3.5. Значення індексів Казинця для оцінювання структурної динаміки експорту товарів протягом 2002–2019 рр.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
S_d	0,0024	0,0015	0,0043	0,0025	0,0028	0,0068	0,0091	0,0044	0,0034
S_σ	0,0030	0,0018	0,0060	0,0028	0,0033	0,0087	0,0112	0,0047	0,0048
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
S_d	0,0042	0,0036	0,0046	0,0057	0,0039	0,0028	0,0029	0,0020	
S_σ	0,0052	0,0044	0,0057	0,0088	0,0051	0,0037	0,0037	0,0024	

Табл. 2.3.6. Значення індексів Казинця для оцінювання структурної динаміки імпорту товарів протягом 2002–2019 рр.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
S_d	0,0020	0,0027	0,0090	0,0053	0,0050	0,0109	0,0101	0,0052	0,0072
S_σ	0,0023	0,0034	0,0135	0,0064	0,0062	0,0159	0,0133	0,0063	0,0112
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
S_d	0,0063	0,0049	0,0067	0,0118	0,0067	0,0042	0,0041	0,0042	
S_σ	0,0079	0,0056	0,0100	0,0182	0,0095	0,0057	0,0060	0,0055	

Ефективне оцінювання вагомості структурних трансформацій здійснюють за допомогою відносних показників — інтегральних індексів Гатєва і Салаї, які успішно використовують у міжнародній аналі-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

тиці. Ці коефіцієнти обчислюються для встановлення не лише відмінності двох сукупностей, але і для оцінювання зміни структури в динаміці. У цьому разі вищезазначені коефіцієнти трактуються як узагальнюючі показники структурних змін в динаміці [15].

Для оцінки структурно-динамічних змін торгівлі розглянемо також інтегральні індекси Гатєва і Салаї.

Інтегральний коефіцієнт структурних зрушень К. Гатєва приймає значення з проміжку (0;1) і його обчислюють за формулою:

$$K_{Gam} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (d_{1i} - d_{0i})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n d_{1i}^2 + \sum_{i=1}^n d_{0i}^2}}, \quad (2.3.4)$$

де d_{0i} , d_{1i} — частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n — кількість елементів у досліджуваній структурі.

Інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей Салаї теж приймає значення в межах від 0 до 1 і розраховується за формулою:

$$I_C = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_{1i} - d_{0i}}{d_{1i} + d_{0i}} \right)^2}{n}}, \quad (2.3.5)$$

де d_{0i} , d_{1i} — частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n — кількість елементів у досліджуваній структурі.

За статистичними даними Eurostat розраховуємо для експорту $K_{Gam} = 0,075$, $I_C = 0,093$ і для імпорту $K_{Gam} = 0,064$, $I_C = 0,079$ з метою оцінки структурних змін у міжнародній торгівлі ЄС, що відбулися у 2019 р. порівняно із 2002 р.

Окрім індексів Гатєва і Салаї, розглядають також інтегральний коефіцієнт структурних відмінностей В. М. Рябцева [16]. Наближення значення показника до 1 вказує на сильну відмінність в структурі:

$$I_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{1i} - d_{0i})^2}{\sum_{i=1}^n (d_{1i} + d_{0i})^2}}, \quad (2.3.6)$$

Моделі сталого розвитку

де d_{0i} , d_{1i} — частки i -го елемента однієї сукупності в періоді, що розглядається і в попередньому періоді; n — кількість елементів у досліджуваній структурі.

Для індексу Рябцева існує шкала оцінювання отриманих результатів :

- 0,000–0,030 — тотожність структур;
- 0,031–0,070 — дуже низький рівень відмінностей структур;
- 0,071–0,150 — низький рівень відмінностей структур;
- 0,151–0,300 — істотний рівень відмінностей структур;
- 0,301–0,500 — значний рівень відмінностей структур;
- 0,501–0,700 — дуже значний рівень відмінностей структур;
- 0,701–0,900 — протилежний тип структур;
- 0,901 та вище — повна протилежність структур.

Структурні зміни торгівлі товарами ЄС, що відбулися у 2019 р. порівняно із 2002 р. характеризують значення індексів Рябцева — для експорту $I_p = 0,05$ і для імпорту товарів $I_p = 0,045$. За шкалою оцінювання отриманих результатів у нашому випадку спостерігаємо дуже низький рівень відмінностей структур.

На відміну від індекса Салаї індекс Рябцева застосовують для ширшого асортименту сукупностей статистичних даних і значною перевагою цього коефіцієнта є шкала інтерпретації результатів, розроблена В. М. Рябцевим, що дозволяє робити висновки за готовою шкалою, а не порівнювати розраховані значення коефіцієнта.

Для ширшого розуміння структурних змін у міжнародній торгівлі країн ЄС протягом 2002–2019 рр. обчислимо значення вищеописаних індексів протягом досліджуваного періоду у кожному наступному році порівняно з попереднім для експорту та імпорту товарів відповідно. Отримані значення внесемо у табл. 2.3.7 і табл. 2.3.8.

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Табл. 2.3.7. Значення індексів Гатєва, Салаї і Рябцева для оцінювання структурної динаміки експорту товарів протягом 2002–2019 рр.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
K_{Gam}	0,0734	0,0567	0,1047	0,0719	0,0781	0,1292	0,1490	0,0974	0,0989
I_C	0,0201	0,0159	0,0598	0,0331	0,0171	0,0715	0,0560	0,0515	0,0286
I_P	0,0076	0,0045	0,0152	0,0071	0,0084	0,0226	0,0295	0,0125	0,0128
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
K_{Gam}	0,1043	0,0962	0,1089	0,1335	0,0994	0,0841	0,0848	0,0684	
I_C	0,0409	0,0734	0,0560	0,0556	0,0457	0,0381	0,0240	0,0207	
I_P	0,0141	0,0119	0,0153	0,0235	0,0132	0,0095	0,0096	0,0062	

Табл. 2.3.8. Значення індексів Гатєва, Салаї і Рябцева для оцінювання структурної динаміки імпорту товарів протягом 2002–2019 рр.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
K_{Gam}	0,0675	0,0836	0,1672	0,1172	0,1150	0,1865	0,1736	0,1199	0,1611
I_C	0,0171	0,0371	0,0781	0,0551	0,0897	0,0641	0,0806	0,0501	0,0334
I_P	0,0060	0,0092	0,0364	0,0176	0,0169	0,0440	0,0375	0,0178	0,0319
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
K_{Gam}	0,1375	0,1157	0,1534	0,2023	0,1428	0,1106	0,1141	0,1093	
I_C	0,0449	0,0862	0,0292	0,0617	0,0916	0,0573	0,0454	0,0808	
I_P	0,0229	0,0162	0,0288	0,0512	0,0260	0,0156	0,0166	0,0152	

Розраховані коефіцієнт К. Гатєва та індекси А. Салаї і В. М. Рябцева є доволі зручними у використанні, проте, говорячи про недоліки застосування цих показників, відмітимо проблему відсутності їх інтуїтивного розуміння, яка ускладнює вибір потрібного показника.

Динаміку значень розрахованих нами показників, що характеризують структурні зміни міжнародної торгівлі товарами країн ЄС протягом 2002–2019 рр. зобразимо на рис. 2.3.3–2.3.4.

Моделі сталого розвитку

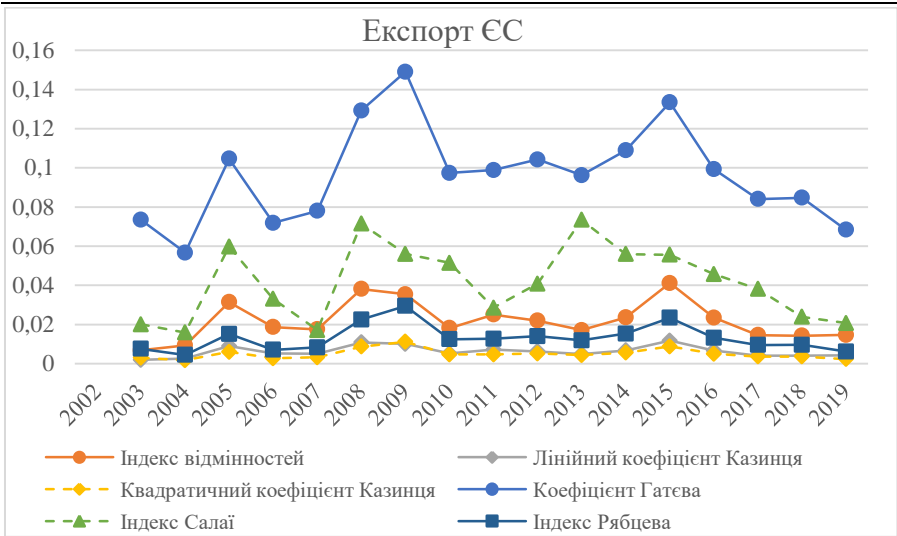


Рис. 2.3.3. Динаміка значень показників, що характеризують структурні зміни експорту товарів протягом 2002–2019 рр.

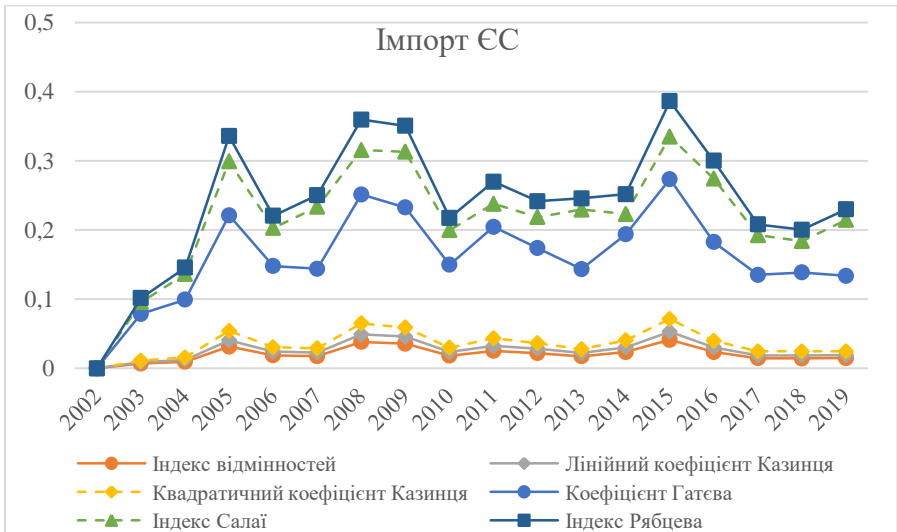


Рис. 2.3.4. Динаміка значень показників, що характеризують структурні зміни імпорту товарів протягом 2002–2019 рр.

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

На рис. 2.3.3–2.3.4 добре видно, що, не зважаючи на градацію значень, усі розглянуті нами показники протягом досліджуваного періоду повторюють одну і ту ж траєкторію, що свідчить про отримання достовірних висновків, не залежно від обраного індекса, щодо зміни структури торгівлі товарами ЄС.

Більш глибоке розуміння не лише структурних змін у торгівлі товарами, а і їх зіставлення із темпами економічного зростання країн дасть науково-методологічний підхід до аналізу структурних трансформацій, запропонований Л. Дідовим [14, 18, 19]. Дана методика вже була нами успішно застосована до оцінювання структурних трансформацій у торгівлі [13; 20]. Ключовим елементом при проведенні методики є розрахунок показника структурної еластичності, що характеризує динаміку структурних змін і економічне зростання. Цей показник обчислюється за формулою:

$$E = \frac{N_1}{N_2}, \quad (2.3.7)$$

де N_1 — компонента структурного запізнення, що відповідає за зменшення або не збільшення часток елементів структури; N_2 — компонента випередження в розкладі норми зростання, що характеризує приріст зростаючих часток. Причому

$$\begin{cases} N_1 = \lambda(1-m)-1; \\ N_2 = \lambda m; \end{cases} \quad (2.3.8)$$

де λ — коефіцієнт зростання (спадання); m — коефіцієнт загальної структурної зміни, що обчислюють за формулами:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n d_{1i}}{\sum_{i=1}^n d_{0i}}, \quad (2.3.9)$$

$$m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{d_{1i}}{\sum_{i=1}^n d_{1i}} - \frac{d_{0i}}{\sum_{i=1}^n d_{0i}} \right|, \quad (3.10)$$

де d_{0i} — частка i -го елемента однієї сукупності в початковому періоді; d_{1i} — частка i -го елемента однієї сукупності в кінцевому періоді; n — кількість елементів у досліджуваній структурі.

Моделі сталого розвитку

Сума двох компонент структурного запізнення і структурного випередження визначає темп зміни норми зростання (N):

$$N = N_1 + N_2. \quad (2.3.11)$$

Таким чином, показник структурної еластичності (E) показує, скільки відсотків зростання або спаду, пов'язаного зі структурним запізненням приходить на один відсоток зростання, пов'язаного зі структурним випередженням [18]. Крім того, автор методики пропонує опис структурних режимів залежно від значень ключових показників, розрахованих за вищенаведеними формулами, що полегшує інтерпретацію одержаних результатів.

Завдяки граничним значенням показника структурної еластичності можна виокремити основні режими структурної динаміки один від одного, при цьому значення коефіцієнтів зростання і загальних структурних зрушень відповідно до режиму знаходяться у визначених межах.

Л. А. Дідов детально описує характеристики основних структурних режимів [14]:

Нульовий режим або режим доповнюючих структурних змін, який характеризується станом загальної рівноваги. Виникаючі коливання в структурі незначні і відповідно не можуть вплинути на процес рівноваги. Зростання на основі структурних зрушень не перевищує зростання на основі структурного запізнення. Для цього режиму характерними також є значення основних показників моделі структурно-динамічного аналізу, а саме: $N_1 \geq N_2$ або $E \geq 1$. Граничною константою даного режиму є «1». Для визначення співвідношення між індексами росту і структурних зрушень автор розглядає нерівності [14]:

$$\lambda(1 - m) - 1 \geq \lambda m. \quad (2.3.12)$$

Із останньої нерівності:

$$m \leq \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\lambda} \right). \quad (2.3.13)$$

Враховуючи умову невід'ємності коефіцієнта загальної структурної зміни $m \geq 0$, отримано граничне значення для коефіцієнта росту (спаду) — $\lambda \geq 1$. Л. А. Дідов доходить висновку, що при даному режимі спадання є неможливим. Окрім того, обмеження на коефіцієнт росту має вигляд

$$\lambda \geq \frac{1}{1 - 2m}. \quad (2.3.14)$$

При нульовому режимі для структури притаманна структурна рівновага.

Перший режим структурної динаміки або режим витіснення, якому характерним є витіснення одних часток структурних компонент іншими, при цьому спостерігається загальне економічне зростання на

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

базі традиційної структури випуску, що доповнюється зростанням на основі структурних змін [19]. Коефіцієнт структурної еластичності приймає значення з проміжку $[0; 1)$, так як обидві компоненти темпу зростання є додатними $N_1 \geq 0$ та $N_2 \geq 0$, а також зростання на основі структурних змін перевищує зростання на основі інерційної складової $N_2 > N_1 \geq 0$. Виходячи із цих умов і враховуючи $\lambda \geq 1$, накладаються певні обмеження і на індекси росту і структурних зрушень:

$$\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\lambda} \right) < m \leq 1 - \frac{1}{\lambda}; \quad (2.3.15)$$

$$\frac{1}{1-m} \leq \lambda < \frac{1}{1-2m}. \quad (2.3.16)$$

Якщо $E = 0$, то $N_1 = 0$, $\lambda(1-m) = 1$. Виходить, що загальний темп зростання залежить лише від структурного випередження, тобто $N = N_2$. При першому режимі для структури притаманне порушення структурної рівноваги.

Другий режим або режим компенсуючого заміщення, який характеризується зростанням на основі структурних змін по одних частках компонент, що перекиває і компенсує спадання по інших частках компонент структури, $N_1 + N_2 = N \geq 0$, а також $N_1 \leq 0$ і $N_2 \geq 0$. При цьому режимі компонента, що відповідає за структурне запізнення за абсолютною величиною менша компоненти, що описує структурне випередження. В таких умовах здійснюється реконструкція складу випуску і даний режим, притаманний країнам, економіка яких є інноваційно орієнтованою. Таким чином, в структурній динаміці характерний режим компенсуючого заміщення. Кількісні обмеження на основні показники моделі структурно-динамічного аналізу випливають із умов: $N_1 \leq 0$ і $N \geq 0$. З цього слідує граничні значення показника структурної еластичності: $-1 \leq E < 0$.

Співвідношення між індексами росту і структурних зрушень Л. А. Дідов описує за допомогою нерівностей [14]:

$$1 - \frac{1}{\lambda} < m \leq 1; \quad (2.3.17)$$

$$1 \leq \lambda < \frac{1}{1-m}. \quad (2.3.18)$$

Окремо розглядається ситуація, коли $E = -1$. Тоді коефіцієнт зростання $\lambda = 1$, а коефіцієнт структурних зрушень приймає будь-які значення із проміжку $[0; 1]$. У цьому випадку фактори виробництва приводять до зміни структури випуску, проте цього недостатньо для забезпе-

Моделі сталого розвитку

чення економічного зростання. При другому режимі відбувається структурне зростання на основі інноваційно-технологічних факторів.

Третій режим або режим некомпенсуючого заміщення, який характеризується не спроможністю зростанням за одними позиціями перекрити спадання за іншими. У цих умовах характерними також є значення основних показників моделі структурно-динамічного аналізу, а саме: $N < 0$ або $E < -1$. При цьому коефіцієнт загальної структурної зміни може набувати будь-яких значень із визначеного для нього проміжку.

Автор рекомендує для реалізації істотних структурних зрушень піди на ризик економічного спаду, щоб суттєво структурно перебудувати випуск. При третьому режимі відбувається структурна рецесія.

Четвертий режим або режим деструкції, який характеризується некомпенсуючим спадом виробництва. При цьому режимі $N \ll 0$ і $E \ll -1$. Також зроблено припущення, що при даному режимі, коефіцієнт структурної еластичності, як правило, менший -3 ($E < -3$). Відбувається занепад промислово-виробничої системи під тиском структурної перебудови. За четвертого режиму відбувається структурна криза.

Отже, за методикою Л. Дідова розраховуємо коефіцієнт структурної еластичності для товарних груп торгівлі ЄС протягом 2002–2019 рр. Основні показники вносимо до табл. 2.3.9, табл. 2.3.10 для експорту та імпорту товарів відповідно.

Табл. 2.3.9. Розрахункові дані за структурною динамікою експорту товарів країн ЄС протягом 2002–2019 рр.

Показники	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
λ	1,013	0,998	1,085	1,084	1,119	1,067	1,034	0,817	1,119
m	0,012	0,009	0,005	0,015	0,009	0,010	0,024	0,032	0,016
N	0,013	-0,002	0,085	0,084	0,119	0,067	0,034	-0,183	0,182
N_1	0,001	-0,010	0,079	0,067	0,109	0,057	0,009	-0,209	0,106
N_2	0,013	0,017	0,011	0,033	0,020	0,021	0,049	0,052	0,028
E	0,07	-0,61	7,04	2,07	5,46	2,69	0,19	-4,00	4,40
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
λ	1,119	1,033	1,012	1,013	1,049	1,000	1,076	1,049	1,025
m	0,012	0,015	0,013	0,017	0,020	0,015	0,010	0,010	0,007
N	0,119	0,033	0,012	0,013	0,049	0,000	0,076	0,049	0,025
N_1	0,106	0,018	-0,001	-0,004	0,028	-0,015	0,065	0,039	0,018
N_2	0,028	0,030	0,025	0,034	0,041	0,030	0,021	0,021	0,015
E	3,82	0,60	-0,03	-0,11	0,68	-0,50	3,09	1,84	1,20

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Табл. 2.3.10. Розрахункові дані за структурною динамікою імпорту товарів країн ЄС протягом 2002–2019 рр.

Показники	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
λ	0,995	1,008	1,095	1,102	1,137	1,069	1,046	0,796	1,186
m	0,014	0,007	0,009	0,031	0,019	0,018	0,038	0,036	0,018
N	-0,005	0,008	0,095	0,102	0,137	0,069	0,046	-0,204	0,186
N_1	-0,019	0,001	0,085	0,067	0,115	0,050	0,006	-0,232	0,165
N_2	0,014	0,007	0,010	0,035	0,021	0,019	0,040	0,028	0,022
E	-1,330	0,115	8,405	1,943	5,386	2,639	0,153	-8,203	7,631
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
λ	1,116	1,019	0,977	1,020	1,035	1,010	1,081	1,059	1,024
m	0,025	0,021	0,018	0,024	0,041	0,025	0,015	0,014	0,015
N	0,116	0,019	-0,023	0,020	0,035	0,010	0,081	0,059	0,024
N_1	0,088	-0,003	-0,041	-0,004	-0,007	-0,015	0,066	0,059	0,024
N_2	0,028	0,022	0,017	0,024	0,042	0,025	0,016	0,015	0,015
E	3,147	-0,150	-2,363	-0,174	-0,158	-0,612	4,155	3,891	1,580

Графічно показник структурної еластичності торгівлі товарами країн ЄС протягом 2002–2019 рр. зобразимо на рис. 2.3.5–2.3.6. За побудованим лініям легко побачити зміну структурних режимів у сфері торгівлі країн ЄС та, враховуючи обчислені значення компонент структурного запізнення та випередження, темпу зростання, резюмувати про структурні зміни у торгівлі протягом досліджуваного періоду часу.

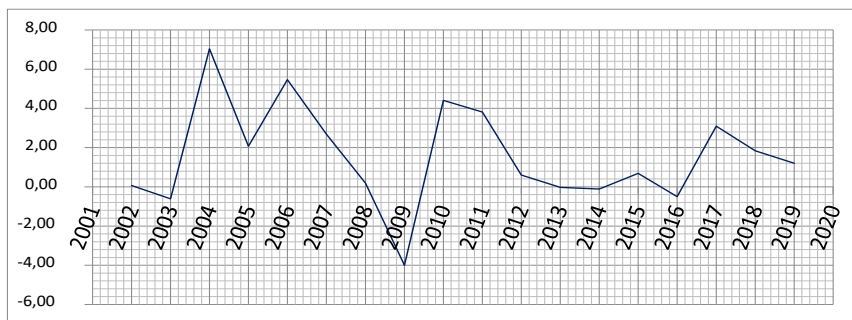


Рис. 2.3.5. Динаміка показника структурної еластичності торгівлі товарами країн ЄС протягом 2002–2019 рр. за обсягами експорту

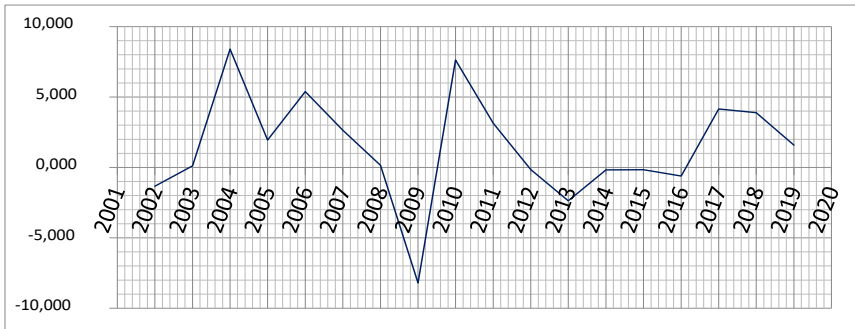


Рис. 2.3.6. Динаміка показника структурної еластичності торгівлі країн ЄС протягом 2002–2019 рр. за обсягами імпорту

За граничними значеннями показника структурної еластичності можна відокремити основні режими структурної динаміки один від одного, при цьому значення коефіцієнтів зростання і загальних структурних зрушень відповідно до режиму знаходяться у визначених межах.

На основі отриманих значень показника структурної еластичності підсумовуємо, що структурно-динамічний процес на прикладі товарних груп країн ЄС протягом 2002–2019 рр. відбувається в кількох режимах структурної динаміки. Причому для експортних та імпортних операцій ці режими не завжди збігаються. Отримані значення дають змогу виокремити чотири режими структурної динаміки, властивих товарній структурі країн ЄС протягом 2002–2019 рр.:

1) для періоду економічної стабільності властивий режим структурної рівноваги (для експорту та імпорту — 2004–2007 рр., 2010–2011 рр. і 2017–2019 рр.). Характерними є незначні та несуттєві зміни, що не зумовлюють відхилення структури від рівноваги;

2) режим порушення структурної рівноваги (для експорту — 2002 р., 2008 р., 2012 р. і 2015 р.; для імпорту — 2003 р. і 2008 р.). Характерне загальне економічне зростання, за якого одні часткові позиції в складі досліджуваної структури витісняють інші. Коефіцієнт структурної еластичності залишається додатним, а зростання на основі традиційної структури доповнюється зростанням на базі структурних змін;

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

3) режим компенсуючого заміщення (для експорту — 2003 р., 2013–2014 рр. і 2016 р.; для імпорту — 2012 р. і 2014–2016 рр.). В цьому разі зростання на основі структурних змін перекриває і компенсує спадання за позиціями із зменшуваними частками. Такий режим називають також «структурне зростання на інноваційно-технологічній основі». За цього режиму здійснюється пряма реконструкція складу товарної структури, що характерно для інноваційно орієнтованої економіки;

4) режим структурної кризи (для експорту — 2009 р.; для імпорту — 2002 р., 2009 р. і 2013 р.). Характерний некомпенсований спад виробництва. Важливу роль і для експортних, і для імпортних операцій відіграє динаміка показників за 2009 р. Спостерігається різке спадання коефіцієнта еластичності, структурне запізнення перекриває структурне випередження, що спричиняє структурну рецесію. Такий стан свідчить про структурну кризу, вихід з якої потребує багато часу. Однак у 2010 р. значення всіх показників перевищує докризовий рівень і значення коефіцієнта еластичності знову додатне.

На основі цього можна зробити висновок, що ситуація 2009 р. не є закономірною. Зменшення всіх показників зумовлено зниженням зведеного індексу випуску, що пов'язано із фінансовою кризою. Кризові явища, які виникли, не викликали тривалої структурної рецесії в товарних групах країн ЄС. Динаміка показників вказує на те, що темп зростання і структурні зрушення залежать від коливань на міжнародних ринках.

Ми здійснили структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі товарами країн ЄС загалом. Аналогічним чином можна розрахувати показник структурної еластичності для кожної окремо взятої країни для оцінювання напрямів зовнішньої торгівлі, враховуючи методику Л. Дідова. Значення показника структурної еластичності вказує на режим структурної динаміки, властивий товарній структурі певної країни у певний досліджуваний період часу.

Якщо розглядати показник структурної еластичності на доволі довгому часовому проміжку, як і в теорії економічних циклів, можна спостерігати чотири фази: пік, спадання, дно і зростання. Оскільки циклічність економічного розвитку притаманна будь-якій країні, ця проблема є доволі актуальною і управлінці кожної розвинутої держави намагаються розробити прогнози щодо можливих термінів циклу, глибини його фаз тощо. Циклічні коливання є причиною падіння та

Моделі сталого розвитку

зростання суспільного виробництва, продуктивності праці, приросту ВВП та ін.

2.4. Регресійні моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Враховуючи, що для здійснення якісного оцінювання за попередній та поточний періоди, а також для подальшої розробки адекватних прогнозних моделей основних показників міжнародної торгівлі, надзвичайно важливим питанням є вибір спеціального механізму, що постійно збиратиме спостережні дані із врахуванням постійної зміни ринкової кон'юнктури, запровадження нових технологій, наукових розробок, що суттєво впливають на системний аналіз і оцінку основних тенденцій протікання торгівлі, виявлення залежностей між її показниками тощо.

Оскільки у сучасному світі все більше відчувається зростання ролі інформаційних технологій при обробці будь-якого типу даних, відчувається стрімке збільшення швидкості розвитку світових процесів, у тому числі і торгівлі, разом із тим, значно зменшується час передачі інформації і зростають розміри обміну нею, важливим завданням для розробників статистики є моніторинг найбільш повного комплексу даних, що описують основні тенденції і закономірності протікання міжнародної торгівлі товарів і послуг.

Для оцінювання динаміки економічних процесів використовують чималу кількість економетричних моделей. Великою популярністю користуються лінійні регресійні моделі. Враховуючи, що сьогодні остаточно не визначено конкретну множину детермінантів, все ж таки, проблема виявлення факторів впливу на розвиток торгівлі залишається актуальною. Саме пошук визначальних факторів впливу дозволить правильно оцінити наявну ситуацію у сфері торгівлі, а також обрати інструменти для її подальшого моделювання.

Лінійний регресійний аналіз є найпоширенішим і найпростішим методом встановлення залежності між залежними і незалежними змінними. Крім того, побудована модель лінійної регресії може бути початковим етапом аналізу даних.

Використаємо багатофакторний регресійний аналіз для оцінювання впливу певних факторів на основні показників міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу [21]. Під багатофакторним регресійним аналізом розуміють оцінку впливу двох і більше факторів на досліджувану ознаку. Крім того, так як основними показниками торгі-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

влі є обсяги експортно-імпортних операцій, тому саме їх було обрано як досліджувану величину при моделюванні та оцінюванні міжнародної торгівлі, тобто залежними змінними обрано:

Y_1 — обсяг експорту товарів і послуг країни (млн. євро);

Y_2 — обсяг імпорту товарів і послуг країни (млн. євро).

Дослідимо вплив чисельності населення та збільшення чисельності мігруючого населення на основні показники торгівлі. А також відомо, що на купівельну спроможність впливає зайнятість і заробітна плата населення, тож оцінимо як будуть взаємодіяти ці чинники із показниками торгівлі. Крім того, податкова система має безпосередній вплив на цінову політику, тому варто розглянути як позначається на торгівлі показники, що характеризують податки на виробництво та імпорт і податки на продукцію.

Отже, для проведення аналізу незалежними детермінантами оберемо такі демографічні та соціально-економічні фактори:

X_1 — чисельність населення (осіб);

X_2 — загальна зайнятість (осіб);

X_3 — еміграція населення (осіб);

X_4 — імміграція населення (осіб);

X_5 — заробітна плата (млн. євро);

X_6 — податки на виробництво та імпорт (млн. євро);

X_7 — податки на продукцію (млн. євро).

Для отримання більш точних результатів, використано статистичні дані Eurostat [9] за 2002–2019 рр. Багатофакторний регресійний аналіз було здійснено за допомогою модуля Multiple Regression програмного продукту STATISTICA 10 для двох залежних величин Y_1 і Y_2 .

На першому етапі аналізу побудуємо рівняння регресії, включивши всі наявні фактори (рис. 2.4.1–2.4.2).

Summary Statistics; DV: Exports, Y1 (Spr)	
Statistic	Value
Multiple R	0,949357186
Multiple Rl	0,901279067
Adjusted Rl	0,89987735
F(7,493)	642,982145
p	0
Std.Err. of Estimate	83863,1781

Рис. 2.4.1. Основні показники моделі множинної регресії для експорту країн ЄС

Моделі сталого розвитку

Statistic	Summary Statistics; DV: Imports, Y2 (Spr	
	Value	
Multiple R	0,965450048	
Multiple R1	0,932093795	
Adjusted R1	0,931129609	
F(7,493)	966,716281	
p	0	
Std.Err. of Estimate	63642,2198	

Рис. 2.4.2. Основні показники моделі множинної регресії для імпорту країн ЄС

Розглядатимемо паралельно результати моделювання як для експорту, так і імпорту країн ЄС.

Відповідно до результатів аналізу рівняння множинної регресії щодо експорту та імпорту країн ЄС можна записати як:

$$Y_1 = 44770,75 + 0,47X_1 - 2,52X_2 + 5,19X_3 + 0,12X_5 + 0,02X_6; \quad (2.4.1)$$

$$Y_2 = 40465,23 + 0,35X_1 - 1,47X_2 + 3,93X_3 + 0,09X_5 + 0,03X_6. \quad (2.4.2)$$

Для обидвох моделей коефіцієнти детермінації доволі значущі — для експорту $R^2 = 0,9$ (рис. 2.4.1) і для імпорту $R^2 = 0,93$ (рис. 2.4.2), проте із таблиць параметрів рівняння багатofакторної регресії (рис. 2.4.3–2.4.4) як для експорту, так і для імпорту також видно, що декілька коефіцієнтів моделі — статистично незначущий ($t_{\text{розрах.}} < t_{\text{табл.}}$).

Regression Summary for Dependent Variable: Exports					
R= ,94935719 R1= ,90127907 Adjusted R1= ,89987735					
F(7,493)=642,98 p<0,0000 Std.Error of estimate: 83863					
N=501	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(493)
Intercept			44770,75	5046,834	8,87106
X1	0,506584	0,116484	0,47	0,107	4,34894
X2	-0,889562	0,136462	-2,52	0,386	-6,51875
X3	1,515168	0,223851	5,19	0,766	6,76864
X4	-0,363588	0,105478	-0,00	0,001	-3,44705
X5	0,057088	0,030080	0,12	0,063	1,89789
X6	0,014712	0,034245	0,02	0,045	0,42960
X7	0,076817	0,116741	0,00	0,003	0,65801

Рис. 2.4.3. Таблиця параметрів рівняння множинної регресії та їхніх оцінок для обсягів експорту

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Regression Summary for Dependent Variable: Imports, Y2 (Spre R= ,96545005 RI= ,93209379 Adjusted RI= ,93112961 F(7,493)=966,72 p<0,0000 Std.Error of estimate: 63642,						
N=501	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(493)	p-value
Intercept			40465,23	3829,949	10,56547	0,000000
X1	0,420523	0,096609	0,35	0,081	4,35283	0,000016
X2	-0,566421	0,113178	-1,47	0,293	-5,00469	0,000001
X3	1,254370	0,185656	3,93	0,581	6,75642	0,000000
X4	-0,384019	0,087481	-0,00	0,001	-4,38976	0,000014
X5	0,048856	0,024947	0,09	0,048	1,95837	0,050750
X6	0,026189	0,028402	0,03	0,034	0,92208	0,356937
X7	0,148913	0,096822	0,00	0,002	1,53801	0,124687

Рис. 2.4.4. Таблиця параметрів рівняння множинної регресії та їхніх оцінок для обсягів імпорту

Тому для відбору факторів, що значно впливають на досліджувану ознаку застосуємо покроковий аналіз (stepwise), який полягає у послідовному виключенні чи включенні факторів із моделі на основі певних критеріїв. Для проведення покрокового аналізу використаємо засоби програмного продукту STATISTICA 10. Нульовим кроком буде наявність усіх семи змінних у рівняннях регресії. Далі на кожному наступному кроці програма буде розглядати фактори по порядку і видаляти ті, виключення якого мінімально знизить коефіцієнт детермінації. І на третьому останньому кроці ми отримаємо залежність змінних Y_1 і Y_2 лише від тих факторів, коефіцієнти при яких статистично значущі. У результаті одержимо кінцевий вигляд регресійних моделей для експорту та імпорту країн ЄС відповідно (рис. 2.4.5–2.4.6).

Summary Statistics; DV: Exports, Y1 (Spr	
Statistic	Value
Multiple R	0,948770395
Multiple RI	0,900165262
Adjusted RI	0,899360143
F(4,496)	1118,05265
p	0
Std.Err. of Estimate	84079,5064

Рис. 2.4.5. Основні показники моделі множинної регресії експорту країн ЄС із значущими факторами

Моделі сталого розвитку

Statistic	Summary Statistics; DV: Imports, Y2 (Spr	
	Value	
Multiple R	0,964725356	
Multiple RI	0,930695013	
Adjusted RI	0,930136102	
F(4,496)	1665,19304	
p	0	
Std.Err. of Estimate	64099,6194	

Рис. 2.4.6. Основні показники моделі множинної регресії експорту країн ЄС із значущими факторами

Із таблиць параметрів рівняння множинної регресії (рис. 2.4.7–2.4.8) також видно, що всі коефіцієнти для двох моделей (експорту та імпорту) статистично значущі ($t_{\text{розрах.}} > t_{\text{табл.}}$).

Regression Summary for Dependent Variable: Exports, Y1 (Spr						
R= ,94877039 RI= ,90016526 Adjusted RI= ,89936014						
F(4,496)=1118,1 p<0,0000 Std.Error of estimate: 84080,						
N=501	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(496)	p-value
Intercept			47233,14	4928,462	9,58375	0,000000
X1	0,636871	0,100987	0,59	0,093	6,30648	0,000000
X2	-0,956489	0,124644	-2,71	0,353	-7,67380	0,000000
X3	1,473088	0,212329	5,04	0,727	6,93776	0,000000
X4	-0,247692	0,043966	-0,00	0,001	-5,63371	0,000000

Рис. 2.4.7. Параметри рівняння множинної регресії експорту країн ЄС із значущими факторами

Regression Summary for Dependent Variable: Imports, Y2 (Spr						
R= ,96472536 RI= ,93069501 Adjusted RI= ,93013610						
F(4,496)=1665,2 p<0,0000 Std.Error of estimate: 64100,						
N=501	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(496)	p-value
Intercept			43051,79	3757,307	11,45815	0,000000
X1	0,564815	0,084141	0,47	0,071	6,71274	0,000000
X2	-0,674572	0,103851	-1,75	0,269	-6,49557	0,000000
X3	1,257465	0,176909	3,94	0,554	7,10796	0,000000
X4	-0,211166	0,036632	-0,00	0,000	-5,76454	0,000000

Рис. 2.4.8. Параметри рівняння множинної регресії імпорту країн ЄС із значущими факторами

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Таким чином, в результаті покрокового багатofакторного регресійного аналізу, ми отримали економетричні моделі для оцінювання впливу певних факторів на показники експорту та імпорту, попередньо відкинувши три фактори, вплив яких є незначним на досліджувані ознаки. Тобто, нами встановлено, що обсяги експорту та імпорту країн ЄС (Y_1, Y_2) в більшій мірі залежать від таких факторів, як: чисельність населення (X_1), загальна національна концепція зайнятості (X_2), еміграція населення (X_3) та імміграція населення (X_4). І дані залежності описуються наступними рівняннями лінійної регресії:

$$Y_1 = 47233,14 + 0,59X_1 - 2,71X_2 + 5,04X_3 - 0,001X_4 \quad (2.4.3)$$

$$Y_2 = 43051,79 + 0,47X_1 - 1,75X_2 + 3,94X_3 - 0,001X_4 \quad (2.4.4)$$

Враховуючи обсяг вибірки при проведенні аналізу, була дотримана одна із важливіших умов моделювання, згідно з якою кількість одиниць сукупності у 20 разів перевищила число факторів (мінімум у 8 разів). А також завдяки засобам програмного продукту STATISTICA 10, деякі фактори відкидалися в процесі моделювання за допомогою покрокового аналізу (stepwise), що забезпечило відсутність мультиколінеарності факторів.

Використання багатofакторного регресійного аналізу до оцінювання торгівлі, дасть змогу управлінцям отримати множину детермінант, що впливають на основні показники торгівлі. Адже правильно прийняті рішення у сфері торгівлі приводять до зростання економіки та національного добробуту країни.

Адекватність моделей підтверджується за допомогою аналізу залишків. Чим більше розподіл подібний до нормального, тим краще значення залишків лягають на пряму лінію, про що свідчить нормальний імовірнісний графік залишків для побудованих моделей (рис. 2.4.9–2.4.10).

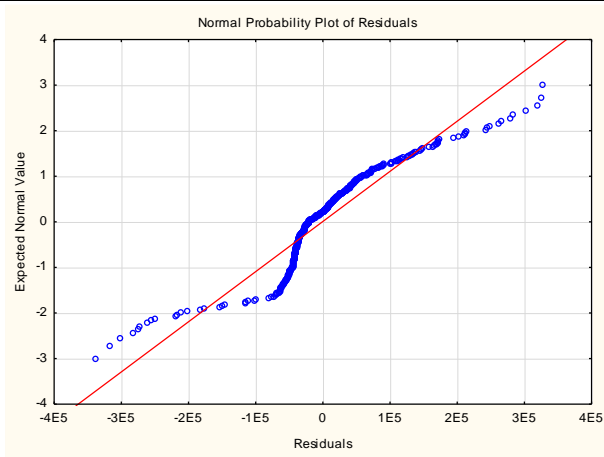


Рис. 2.4.9. Нормальний імовірнісний графік залишків моделі для експорту

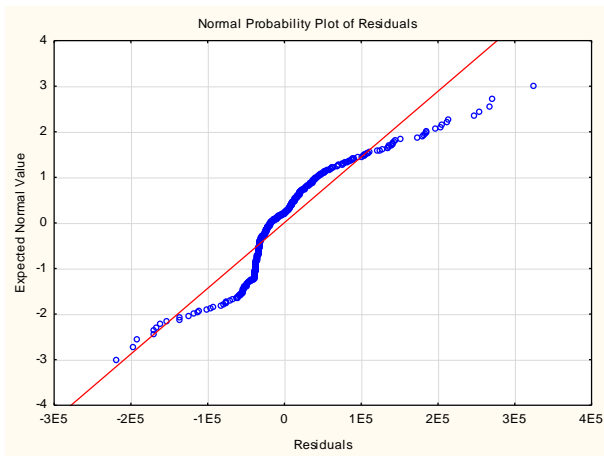


Рис. 2.4.10. Нормальний імовірнісний графік залишків моделі для імпорту

Отже, здійснивши багатofакторний регресійний аналіз для оцінювання впливу факторів на основні показники торгівлі, ми одержали дві регресійні моделі з однаковими наборами детермінант, що описують залежності обсягів експорту та імпорту від певних факторів.

Зважаючи на зростання міграції населення, врахувавши загальну національну концепцію зайнятості, спостерігаємо наявність прямоп-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

ропорційної залежності основних показників торгівлі від ситуації на ринку праці. Бачимо, що значно менший вплив на експорт та імпорт мають податки на виробництво та імпорт і податки на продукцію.

Для подальших досліджень можна розглядати різні множини факторів з метою виокремлення набору найвпливовіших детермінант та розробки готового інструментарію для прийняття ефективних рішень у сфері торгівлі.

Отже, багатофакторний регресійний аналіз доцільно використовувати як один із інструментів при оцінюванні торгівлі країни з метою виявлення факторів впливу на основні показники цього процесу.

Крім лінійних регресійних моделей розрізняють регресійні моделі бінарного вибору (logit, probit), яким останні два десятиліття приділяють все більше уваги.

У регресійній моделі бінарного вибору залежна змінна — бінарна, а фактори впливу в моделях бінарного вибору мають бути кількісними. Окрім того, в моделі бінарного вибору можна застосовувати категоріальні змінні як фактори. Таким чином, у моделях бінарного вибору будується регресійна модель залежності ймовірності того, що результативна дихотомічна змінна набуде значення 0 або 1 за заданих значень факторів [22;23]. У моделях бінарного вибору використовують логістичну функцію або функцію стандартного нормального розподілу.

Модель бінарного вибору на основі логістичної функції називається логістичною регресією або Logit-моделлю. Модель бінарного вибору на основі функції стандартного нормального розподілу називається Probit-моделлю [24]. Перевагою регресійних моделей бінарного вибору є статистична надійність результатів та легка їхня інтерпретація.

Розглянемо приклад застосування регресійних логістичних моделей до оцінювання міжнародної торгівлі. Припустимо, що потрібно з'ясувати, чи спостерігатиметься додатне сальдо торговельного балансу для певної країни і які фактори впливатимуть на це.

Для моделювання як залежної змінної оберемо Y — індекс імовірності додатного сальдо товарів і послуг країн ЄС протягом 2002–

2019 рр. [25], де $Y = \begin{cases} 1, \text{сальдо додатне;} \\ 0, \text{сальдо від'ємне.} \end{cases}$

Як фактори впливу розглянемо ті, що і у попередній моделі (чисельність населення (X_1), загальна зайнятість (X_2), еміграція населення

Моделі сталого розвитку

(X_3), імміграція населення (X_4), заробітна плата (X_5), податки на виробництво та імпорт (X_6), податки на продукцію (X_7)).

Застосувавши статистичні дані та модуль Generalized Linear / Nonlinear програмного продукту STATISTICA 10, отримуємо Logit-модель для залежної біноміальної змінної індексу імовірності додатного сальдо товарів і послуг країн ЄС (рис. 2.4.11).

Y - Test of all effects (Spreadsheet1)					
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT					
Modeled probability that Y = 0					
Effect	Degr. of Freedom	Wald Stat.	p		
Intercept	1	12,05745	0,000516		
X1	1	2,14867	0,142694		
X2	1	1,33048	0,248720		
X3	1	6,52340	0,010646		
X4	1				
X5	1	4,74019	0,029466		
X6	1	0,02403	0,876805		
X7	1				

Рис. 2.4.11. Результати побудованої моделі Logistic regression

За результатами моделювання бачимо, що значущими є фактори X_3 і X_5 . Тобто із запропонованих факторів на показник додатного сальдо торгівлі впливають еміграція населення (X_3) та заробітна плата (X_5).

На рис. 2.4.12 зображено параметри для побудови рівняння логістичної регресії. Імовірність того, що сальдо торговельного балансу буде додатнім визначається за формулою:

$$Y = \frac{e^Z}{1 + e^Z}, \quad (2.4.5)$$

де Z — лінійна регресійна модель, що описує зв'язок між незалежними факторами (рис. 2.4.12):

$$Z = -0,48 - 0,000053X_3 - 0,000004X_5. \quad (2.4.6)$$

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Y - Parameter estimates (Spreadsheet1)								
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT								
Modeled probability that Y = 0								
Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	Lower CL 95, %	Upper CL 95, %	p
Intercept		1	-0,476259	0,137156	12,05745	-0,745081	-0,207438	0,000516
X1		2	0,000006	0,000004	2,14867	-0,000002	0,000013	0,142694
X2		3	0,000013	0,000011	1,33048	-0,000009	0,000034	0,248720
X3		4	-0,000053	0,000021	6,52340	-0,000093	-0,000012	0,010646
X4		5	0,000000	0,000000	4,01339	0,000000	0,000000	0,045140
X5		6	-0,000004	0,000002	4,74019	-0,000007	-0,000000	0,029466
X6		7	0,000000	0,000001	0,02403	-0,000002	0,000002	0,876805
X7		8	-0,000000	0,000000	0,78934	-0,000001	0,000000	0,374299
Scale			1,000000	0,000000		1,000000	1,000000	

Рис. 2.4.12. Параметри оцінювання Logit-моделі

Для аналізу якості побудованої логістичної моделі побудуємо ROC-криву (Receiver Operator Characteristic) (рис. 2.4.13).

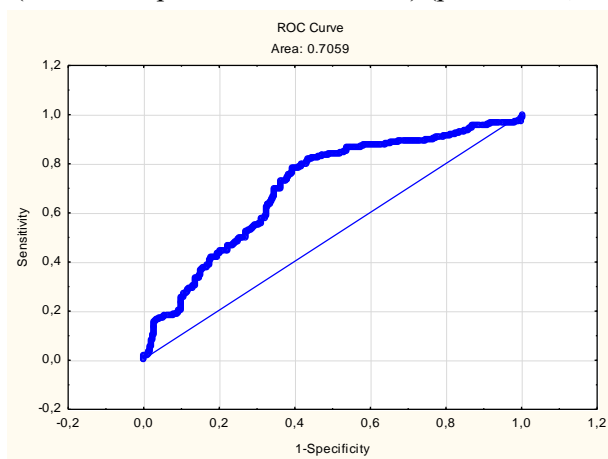


Рис. 2.4.13. ROC-крива оцінювання якості побудованої Logit-моделі

Кількісну оцінку якості моделі отримуємо за допомогою показника AUC (Area under ROC curve), що дорівнює 0,7059 (рис. 2.4.13). Це вказує на точність вище середнього для отриманого результату.

Крім ROC-кривої також дослідимо розподіл залишків моделі. Так як, залишки моделі — це різниці між фактичними значеннями залежної змінної та значеннями залежної змінної, що отримані за рівнянням регресії для відповідних значень незалежних змінних, адекватність побудованої моделі підтверджується нормальним розподілом ряду

Моделі сталого розвитку

залишків. Для того, щоб здійснити перевірку нормальності розподілу залишків побудуємо гістограму залишків та нормальний імовірнісний графік розподілу залишків. Із гістограми (рис. 2.4.14) доходимо висновку, що залишки Logit-моделі наближені до нормально розподілу.

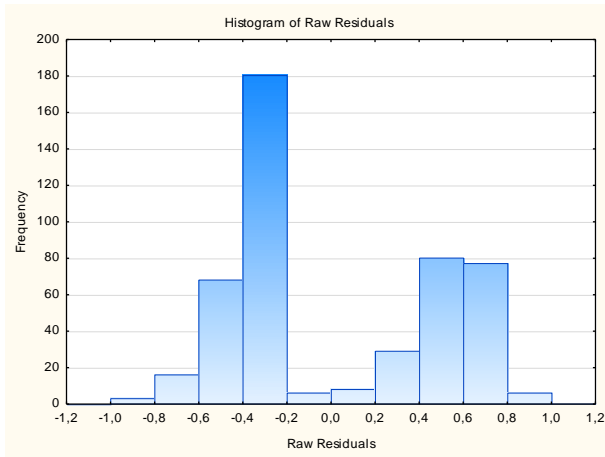


Рис. 2.3.14. Гістограма розподілу залишків Logit-моделі

Розглянемо також нормальний імовірнісний графік розподілу залишків (рис. 2.4.15).

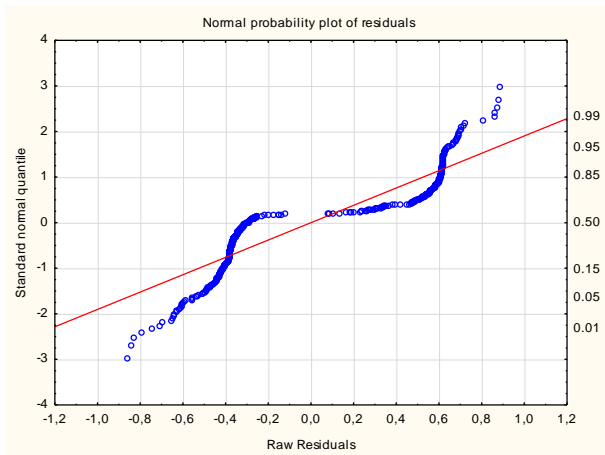


Рис. 2.4.15. Нормальний імовірнісний графік залишків Logit-моделі

Застосуємо ці ж параметри для побудови Probit-моделі. Її відмінність від Logit-моделі полягає лише в тому, що для розрахунку ймовір-

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

ності використовується не логістична, а нормальна функція розподілу (функція Гаусса). Результати моделювання зображено на рис. 2.4.16.

Y - Test of all effects (Spreadsheet1)					
Distribution : BINOMIAL, Link function: PROBIT					
Modeled probability that Y = 0					
Effect	Degr. of Freedom	Wald Stat.	p		
Intercept	1	13,39301	0,000253		
X1	1	1,61910	0,203217		
X2	1	1,15035	0,283476		
X3	1	5,70706	0,016897		
X4	1				
X5	1	4,31628	0,037749		
X6	1				
X7	1				

Рис. 2.4.16. Результати побудованої моделі Probit regression

На основі результатів моделювання доходимо висновку, що на показник додатного сальдо торгівлі впливають ті ж фактори X_3 (еміграція населення) і X_5 (заробітна плата).

Застосувавши статистичні дані та модуль Generalized Linear / Nonlinear програмного продукту STATISTICA 10, отримуємо Probit-модель, параметри якої зображено на рис. 2.4.17.

Y - Parameter estimates (Spreadsheet1)								
Distribution : BINOMIAL, Link function: PROBIT								
Modeled probability that Y = 0								
Effect	Level of Effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	Lower CL 95, %	Upper CL 95, %	p
Intercept		1	-0,308156	0,084204	13,39301	-0,473192	-0,143120	0,000253
X1		2	0,000003	0,000002	1,61910	-0,000002	0,000007	0,203217
X2		3	0,000007	0,000007	1,15035	-0,000006	0,000020	0,283476
X3		4	-0,000029	0,000012	5,70706	-0,000053	-0,000005	0,016897
X4		5	0,000000	0,000000	3,48131	-0,000000	0,000000	0,062065
X5		6	-0,000002	0,000001	4,31628	-0,000004	-0,000000	0,037749
X6		7	0,000000	0,000001	0,04245	-0,000001	0,000002	0,836755
X7		8	-0,000000	0,000000	0,57816	-0,000000	0,000000	0,447036
Scale			1,000000	0,000000		1,000000	1,000000	

Рис. 2.4.17. Параметри оцінювання Probit regression

Користуючись параметрами оцінювання Probit-моделі (рис. 2.4.17), та врахувавши, що для розрахунку ймовірності додатно-

Моделі сталого розвитку

го сальдо торговельного балансу використовується нормальна функція розподілу, одержимо:

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z^2}, \quad (2.4.7)$$

де Z — лінійна залежність між незалежними факторами (див. рис. 2.3.17):

$$Z = -0,308 - 0,000029X_3 - 0,000002X_5. \quad (2.4.8)$$

Побудуємо ROC-криву для аналізу якості Probit-моделі (рис. 2.4.18).

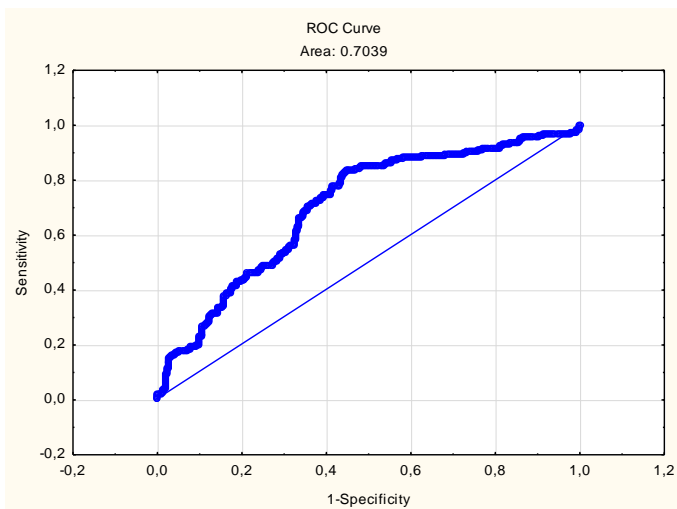


Рис. 2.4.18. ROC-крива оцінювання якості побудованої Probit -моделі

Бачимо, що $AUC=0,7039$ (рис. 2.4.18), тобто точність результату моделювання достатньо висока. Чим ближче ROC-крива до верхнього лівого кута, тим вище передбачувана здатність моделі. І навпаки, чим ближче вона розміщена до діагональної прямої, тим менше ефективна модель. Теоретично вона змінюється від 0 до 1, але, в залежності від моделі, завжди визначається кривою, розташованою вище діагональної прямої, що зазвичай говорить про зміни від 0,5 до 1,0. У нашому випадку модель не «ідеальна», проте точність результату доволі висока.

Це також можна оцінити за допомогою гістограми розподілу залишків моделі (рис. 2.4.19) та нормального ймовірнісного графіка залишків (рис. 2.4.20).

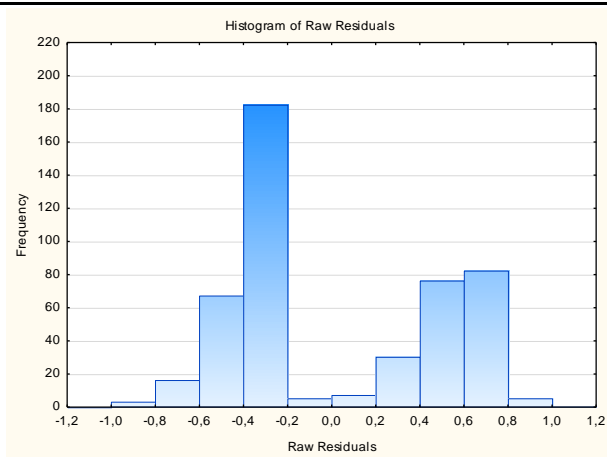


Рис. 2.4.19. Гістограма розподілу залишків Probit-моделі

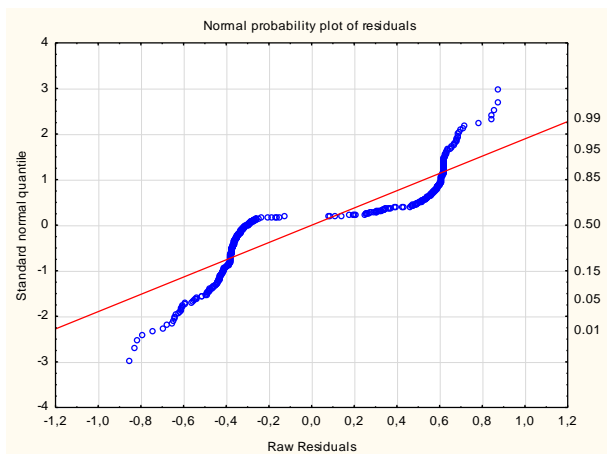


Рис. 2.4.20. Нормальний імовірнісний графік залишків Probit-моделі

Отже, застосувавши лінійні логістичні моделі Logit і Probit, можна з'ясувати, що перевага обсягів експорту над імпортом країни залежить від таких факторів як еміграція населення і заробітна плата. Перевагою застосування моделей бінарного вибору до оцінювання міжнародної торгівлі є те, що вони дають змогу дослідити чи відбудеться подія для конкретного випробування. Тобто при оцінюванні торгівлі маємо можливість оперувати не лише факторами, що описані кількісними характеристиками, а й факторами, які визначені бінарними величинами.

Моделі сталого розвитку

Використання лінійних регресійних моделей Logit і Probit дає змогу резюмувати, що перевага обсягів експорту над обсягами імпорту для країни не є показником високого розвитку. За результатами аналізу країна може мати високий рівень конкурентоздатності на світовій арені, високий інноваційний рівень, високий рівень соціального розвитку тощо, проте бути країною-імпортером.

2.5. Багатофакторні моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Міжнародна торгівля є невід'ємним елементом національної економіки будь-якої країни світу. Ще класиками економічної теорії було доведено, що ефективна міжнародна торгівля забезпечує країні економічне зростання і національний добробут. Таким чином, успішне прийняття рішень у сфері міжнародної торгівлі, як на рівні урядів країн, так і на рівні міжнародних організацій, інтеграційних об'єднань тощо, є необхідною передумовою для подальшого розвитку міжнародної торгівлі в умовах збалансування економічних інтересів її учасників. Сучасна практика прийняття рішень у всіх сферах і видах економічної діяльності базується на використанні новітніх інструментів прийняття таких рішень, зокрема багатофакторних методах аналізу економічних процесів.

Міжнародна торгівля, як комплексний економічний процес з одного боку, та складне явище глобального масштабу — з іншого, характерна складним взаємозв'язком з економіками країн [26]. Відповідно при дослідженні, оцінюванні, аналізі міжнародної торгівлі на рівні конкретних країн чи інтеграційних утворень постає проблема оптимального вибору множини ідентифікаторів, що можуть бути застосовані в моделюванні цих процесів. Проблематика в цьому контексті багатофакторного моделювання потребує розробки конкретних моделей дослідження міжнародної торгівлі на основі використання альтернативних методів багатофакторного моделювання.

Для виявлення та визначення кількісної міри впливу великої кількості факторів на результативні показники міжнародної торгівлі застосуюмо методи багатофакторного моделювання. Метою такого підходу є не тільки класифікація факторів, а й вивчення їхніх взаємозв'язків і формування основних теоретичних узагальнень. Важливим завданням при формуванні інструментарію оцінювання міжнародної торгівлі є використання правильно підібраних методів аналізу цього процесу.

Для визначення ступеня розвитку економіки країни використовують певні показники, найважливішими серед яких є ВВП, експорт,

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

імпорт, зовнішньоторговельний обіг, інфляція, рівень безробіття та ін. Оскільки за одним із методів обчислення (метод кінцевого споживання) ВВП є сумою витрат кінцевого споживання товарів і послуг, валового формування капіталу і сальдо експорту та імпорту товарів і послуг [11;27], доцільно розглянути показники, що характеризують витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. Загально відомо, що економічне зростання частково залежить від демографічної ситуації в країні, тому для аналізу застосуємо такий демографічний показник, як чисельність населення країни, а також міграційні показники. Крім експорту та імпорту, врахуємо показники відкритості економіки, що характеризують активність країни у сфері міжнародної торгівлі [27; 28].

Отже, для проведення факторного аналізу [27] обрано такі змінні:

X_1 — ВВП за ринковими цінами (млн. євро);

X_2 — витрати кінцевого споживання (млн. євро);

X_3 — валове формування капіталу (млн. євро);

X_4 — експорт товарів і послуг (млн. євро);

X_5 — імпорт товарів і послуг (млн. євро);

X_6 — чисельність населення;

X_7 — сальдо (млн. євро);

X_8 — зовнішньоторговельний обіг (млн. євро);

X_9 — експортна квота (%);

X_{10} — імпортна квота (%);

X_{11} — зовнішньоторговельна квота (%);

X_{12} — еміграція населення;

X_{13} — імміграція населення.

Завданням визначено об'єднання великої кількості показників, що характеризують економічний розвиток країни за допомогою факторного аналізу, в меншу кількість штучно побудованих на їхній основі факторів, щоб отримана в результаті система індикаторів (що описуватиме відповідні вибіркові дані, як і вихідна) була більш зручною з точки зору змістової інтерпретації.

Для проведення факторного аналізу використано статистичні дані Eurostat 28 країн Європейського Союзу протягом 2002–2019 рр. [9]. Факторний аналіз здійснено за допомогою програмного продукту STATISTICA 10, модуль Factor analysis.

При проведенні факторного аналізу отримуємо кореляційну матрицю (рис. 2.5.1).

Моделі сталого розвитку

Correlations (Spreadsheet1) Casewise deletion of MD N=501													
Variable	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1	1,00	1,00	0,99	0,93	0,96	0,95	0,42	0,94	-0,36	-0,43	-0,39	0,79	0,87
X2	1,00	1,00	0,98	0,91	0,94	0,95	0,37	0,93	-0,37	-0,44	-0,41	0,79	0,86
X3	0,99	0,98	1,00	0,93	0,95	0,94	0,42	0,94	-0,35	-0,42	-0,39	0,78	0,87
X4	0,93	0,91	0,93	1,00	0,99	0,84	0,67	1,00	-0,20	-0,29	-0,24	0,77	0,83
X5	0,96	0,94	0,95	0,99	1,00	0,87	0,58	1,00	-0,24	-0,32	-0,28	0,78	0,85
X6	0,95	0,95	0,94	0,84	0,87	1,00	0,33	0,86	-0,45	-0,51	-0,48	0,81	0,85
X7	0,42	0,37	0,42	0,67	0,58	0,33	1,00	0,63	0,10	0,02	0,07	0,42	0,42
X8	0,94	0,93	0,94	1,00	1,00	0,86	0,63	1,00	-0,22	-0,30	-0,26	0,77	0,84
X9	-0,36	-0,37	-0,35	-0,20	-0,24	-0,45	0,10	-0,22	1,00	0,98	1,00	-0,32	-0,32
X10	-0,43	-0,44	-0,42	-0,29	-0,32	-0,51	0,02	-0,30	0,98	1,00	0,99	-0,37	-0,39
X11	-0,39	-0,41	-0,39	-0,24	-0,28	-0,48	0,07	-0,26	1,00	0,99	1,00	-0,34	-0,35
X12	0,79	0,79	0,78	0,77	0,78	0,81	0,42	0,77	-0,32	-0,37	-0,34	1,00	0,82
X13	0,87	0,86	0,87	0,83	0,85	0,85	0,42	0,84	-0,32	-0,39	-0,35	0,82	1,00

Рис. 2.5.1. Кореляційна матриця

Згідно з кореляційною матрицею змінні X_1 (ВВП за ринковими цінами (млн. євро)), X_2 (витрати кінцевого споживання (млн. євро)), X_3 (валове формування капіталу (млн. євро)), X_4 (експорт товарів і послуг (млн. євро)), X_5 (імпорт товарів і послуг (млн. євро)), X_6 (чисельність населення), X_8 (зовнішньоторговельний обіг (млн. євро)), X_{12} (еміграція населення) і X_{13} (імміграція населення) здебільшого корелюють між собою, хоча змінні X_9 (експортна квота (%)), X_{10} (імпортна квота (%)) та X_{11} (зовнішньоторговельна квота (%)) також між собою корелюють.

Отже, на основі кореляційної матриці можна визначити два відносно незалежних фактори: 1) такі кількісні характеристики країн ЄС, як чисельність населення, враховуючи його еміграцію та імміграцію, ВВП, витрати кінцевого споживання, валове формування капіталу, обсяг експортних та імпортних потоків товарів і послуг і відповідно зовнішньоторговельний обіг; 2) відносні показники країн ЄС, а саме експортна, імпортна та зовнішньоторговельна квота.

Аналізуючи основні компоненти, отримуємо таблицю з факторними навантаженнями, тобто матрицю кореляцій між змінними і цими двома факторами (рис. 2.5.2). Як підтверджують дані рис. 2.5.2, перший фактор більше корелює із змінними, ніж другий.

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (Spreadsheet1 Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000))			
	Factor 1	Factor 2		
X1	-0,977468	-0,081105		
X2	-0,968873	-0,051881		
X3	-0,970953	-0,084030		
X4	-0,942773	-0,277891		
X5	-0,957066	-0,233012		
X6	-0,945935	0,047833		
X7	-0,492807	-0,475397		
X8	-0,951067	-0,256843		
X9	0,456576	-0,876605		
X10	0,526459	-0,830391		
X11	0,490830	-0,859535		
X12	-0,845439	-0,064956		
X13	-0,902305	-0,083049		
Expl. Var	8,939342	2,650008		
Prp. Totl	0,687642	0,203847		

Рис. 2.5.2. Факторні навантаження

Окрім цього, факторні навантаження доцільно розглянути за діаграмою розсіювання (рис. 2.5.3), де кожна змінна зображена точкою.

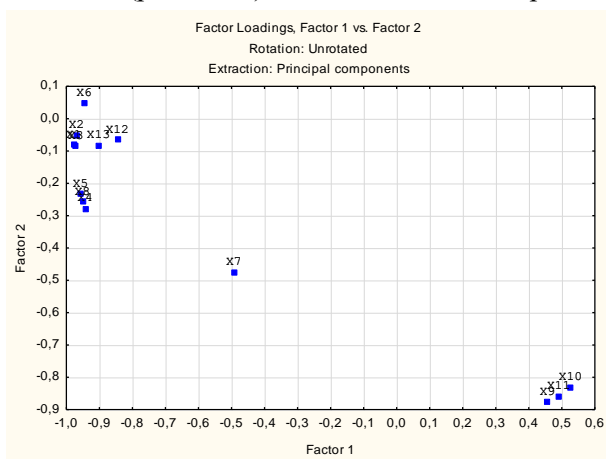


Рис. 2.5.3. Діаграма розсіювання

Для правильної інтерпретації отриманих результатів варто застосувати поворот осей з метою отримання простої структури, за якої більшість спостережень розташовано поблизу координатних осей.

Отже, після повороту отримаємо матрицю навантажень на кожен фактор таким чином, щоб вони відрізнялися максимально можливо (рис. 2.5.4).

Моделі сталого розвитку

Factor Loadings (Varimax normalized) (Spre: Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)			
Variable	Factor 1	Factor 2	
X1	0.945262	0.261728	
X2	0.927096	0.286180	
X3	0.940159	0.256731	
X4	0.980719	0.065078	
X5	0.978620	0.112131	
X6	0.871109	0.371822	
X7	0.626745	-0.275775	
X8	0.981227	0.087695	
X9	-0.125465	-0.980386	
X10	-0.207014	-0.961173	
X11	-0.163508	-0.976207	
X12	0.815788	0.231250	
X13	0.875403	0.233926	
Expl.Var	8.188052	3.401299	
Prp.Totl	0.629850	0.261638	

Рис. 2.5.4. Факторні навантаження після повороту осей

Одержаний результат можна чітко інтерпретувати. Отже, перший фактор найщільніше пов'язаний із змінними X_4 , X_5 та X_8 , дещо менше із змінними X_1 , X_2 , X_3 і X_{13} , та не значно — із змінними X_6 і X_{12} , а другий фактор щільно пов'язаний із змінними X_9 , X_{10} та X_{11} . Таким чином, здійснено поділ змінних на дві групи.

Після повороту осей знову розглянемо діаграму розсіювання (рис. 2.5.5).

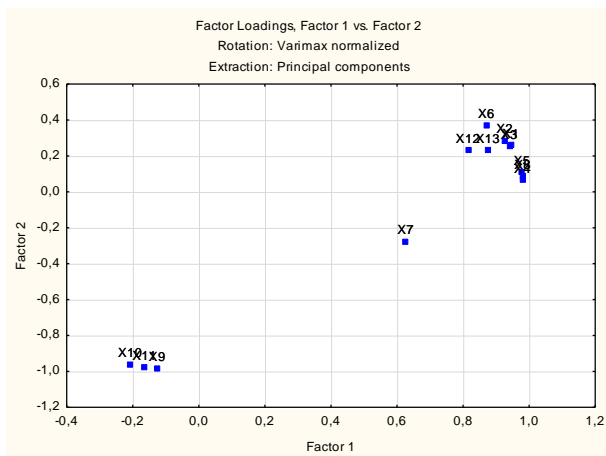


Рис. 2.5.5. Діаграма розсіювання після повороту осей

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Щоби переконатися, чи правильну кількість факторів отримано, розглянемо графік власних значень (рис. 2.5.6). На графіку потрібно знайти таке місце, де зниження власних значень зліва направо максимально сповільнюється. Згідно з даними рис. 2.5.6, при проведенні цього аналізу можна залишити чотири або п'ять факторів.

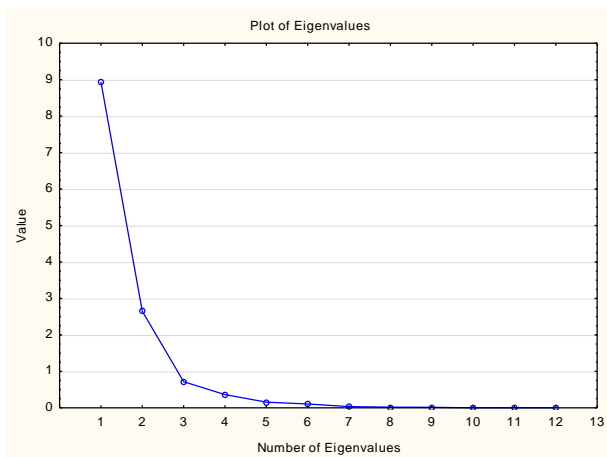


Рис. 2.5.6. Графік власних значень

Отже, при проведенні факторного аналізу обрано показники, що характеризують економічний розвиток, демографічну ситуацію та інтенсивність міжнародної торгівлі. За результатами аналізу визначені показники можна поділити на дві групи: 1) абсолютні показники, такі як чисельність населення, враховуючи еміграцію та імміграцію населення, ВВП, витрати кінцевого споживання, валове формування капіталу, обсяг експортних та імпорتنних потоків товарів і послуг і відповідно зовнішньоторговельний обіг; 2) відносні показники відкритості економіки, що характеризують активність країни у сфері міжнародної торгівлі.

За результатами факторного аналізу можна зробити висновок, що дуже багато різних показників належать до фактора 1. Розглянемо детальніше ідентифікатори цієї групи. Застосуємо такий метод класифікації, як дискримінантний аналіз, з метою визначення специфіки впливу вище аналізованих показників (виокремлених у результаті аналізу), що становлять фактор 1.

Оскільки вважається, що ВВП є одним із найважливіших показників розвитку економіки, а витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу — це його складові (за методом кінцевого спо-

Моделі сталого розвитку

живання), перед проведенням дискримінантного аналізу поділимо країни ЄС на кластери за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу за 2019 р. (табл. 2.5.1). Для кластеризації застосуємо засоби програмного продукту STATISTICA 10.

Табл. 2.5.1. Поділ країн ЄС на кластери залежно від ВВП, витрат кінцевого споживання та валового формування капіталу 2019 р.

Країна	ВВП по ринкових цінах	Витрати кінцевого споживання	Валове формування капіталу	Кластер
1	2	3	4	5
Бельгія	476 343,6	354 424,9	118 984,7	medium
Болгарія	61 239,5	46 347,4	12 925,9	low
Чехія	225 568,7	149 772,5	62 285,2	low
Данія	310 475,6	219 331,6	68 194,0	low
Німеччина	3 473 350,0	2 508 108,0	769 039,0	high
Естонія	27 732,3	19 239,1	7 231,4	low
Ірландія	356 526,3	146 950,6	195 011,0	low
Греція	183 413,5	163 180,0	23 273,4	low
Іспанія	1 244 375,0	947 966,0	259 949,0	medium
Франція	2 437 635,0	1 867 051,0	593 921,0	high
Хорватія	54 237,3	42 089,0	12 283,3	low
Італія	1 790 941,5	1 409 577,3	322 558,7	high
Кіпр	22 287,1	18 120,6	4 404,2	low
Латвія	30 420,9	23 866,2	6 810,0	low
Литва	48 808,6	37 742,4	8 524,1	low
Люксембург	63 516,3	29 588,7	11 068,9	low
Угорщина	146 092,7	101 028,7	40 959,1	low
Мальта	14 047,6	8 665,3	3 106,0	low
Нідерланди	813 055,0	553 681,0	179 656,0	medium
Австрія	397 575,3	282 863,3	101 267,4	low
Польща	533 599,9	402 963,0	105 256,9	medium
Португалія	214 374,6	173 762,0	39 643,4	low
Румунія	222 997,6	179 304,2	52 914,9	low
Словенія	48 396,7	34 230,8	9 979,3	low
Словацьчина	93 900,5	71 672,9	21 848,7	low
Фінляндія	240 097,0	181 629,0	57 923,0	low
Швеція	476 869,5	337 106,7	119 807,7	medium
Великобританія	2 526 615,2	2 100 095,7	461 399,9	high

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

На основі кластерного моделювання отримано 3 групи країн ЄС, що відрізняються між собою показниками ВВП, витратами кінцевого споживання та валовим формування капіталу (значення середніх змінних групування подано на рис. 2.5.7).

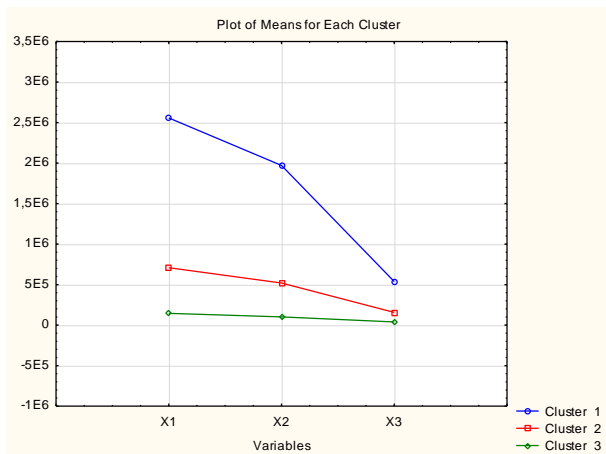


Рис. 2.5.7. Середні значення змінних групування у кластерах

Члени кожного із кластерів разом із відстанню до відповідного кластера зображено на рис. 2.5.8–2.5.10.

Members of Cluster Number 1 (Spreadsheet19) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 4 cases				
	Distance			
Germany	627608,8			
France	97296,6			
Italy	562242,9			
United Kingdom	87973,7			

Рис. 2.5.8. Країни ЄС — члени кластера 1

Members of Cluster Number 2 (Spreadsheet19) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 5 cases				
	Distance			
Belgium	165975,4			
Spain	400524,0			
Netherlands	64734,1			
Poland	125005,7			
Sweden	171606,0			

Рис. 2.5.9. Країни ЄС — члени кластера 2

Моделі сталого розвитку

	Members of Cluster Number 3 (Spreadsheet19) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 19 cases			
	Distance			
Bulgaria	59995,0			
Czechia	55695,0			
Denmark	118314,8			
Estonia	84880,1			
Ireland	153858,4			
Greece	42787,8			
Croatia	64671,7			
Cyprus	88123,2			
Latvia	82209,6			
Lithuania	69080,3			
Luxembourg	64939,4			
Hungary	1282,7			
Malta	95133,8			
Austria	182918,8			
Portugal	57676,0			
Romania	63954,5			
Slovenia	70166,6			
Slovakia	35737,7			
Finland	72457,8			

Рис. 2.5.10. Країни ЄС — члени кластера 3

Для подальшого проведення дискримінантного аналізу обрано змінні, що також належать до фактора 1, окрім тих, які визначено змінними групування країн у кластери:

X_4 — експорт товарів і послуг (млн. євро);

X_5 — імпорт товарів і послуг (млн. євро);

X_6 — чисельність населення;

X_{12} — еміграція населення;

X_{13} — імміграція населення.

Змінна X_8 не застосовується в дискримінантному аналізі, оскільки вона характеризує сумарний обсяг експорту та імпорту товарів і послуг, тобто ($X_4 + X_5$). Однак враховується поділ країн ЄС на три кластери (high, medium, low).

Завдання полягає в тому, щоб на основі аналогічних показників класифікувати країни.

За результатами дискримінантного аналізу отримано класифікаційну матрицю (рис. 2.5.11), на основі якої можна зробити висновок, що побудована модель правильно визначає експертну оцінку з точністю 92,86%. При цьому точніше вона визначає оцінку для груп країн із високими і низькими показниками (100%), менш точно — для середніх показників (60%).

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Classification Matrix (Spreadsheet29)					
Rows: Observed classifications					
Columns: Predicted classifications					
Group	Percent Correct	medium p=,17857	low p=,67857	high p=,14286	
medium	60,0000	3	2	0	
low	100,0000	0	19	0	
high	100,0000	0	0	4	
Total	92,8571	3	21	4	

Рис. 2.5.11. Класифікаційна матриця

Неправильно зараховані до відповідних груп країни можна визначити за класифікацією випадків (рис. 2.5.12). У таблиці класифікації випадків некоректно віднесені об'єкти позначаються зірочкою (*). Таким чином, завдання отримання коректних вибірок полягає в тому, щоб вилучити ті об'єкти, які за показниками не відповідають їхній більшості, що утворює однорідну групу.

Classification of Cases (Spreadsheet29)					
Incorrect classifications are marked with *					
Case	Observed Classif.	1 p=,17857	2 p=,67857	3 p=,14286	
*Belgium	medium	low	medium	high	
Bulgaria	low	low	medium	high	
Czechia	low	low	medium	high	
Denmark	low	low	medium	high	
Germany	high	high	medium	low	
Estonia	low	low	medium	high	
Ireland	low	low	medium	high	
Greece	low	low	medium	high	
Spain	medium	medium	low	high	
France	high	high	medium	low	
Croatia	low	low	medium	high	
Italy	high	high	medium	low	
Cyprus	low	low	medium	high	
Latvia	low	low	medium	high	
Lithuania	low	low	medium	high	
Luxembourg	low	low	medium	high	
Hungary	low	low	medium	high	
Malta	low	low	medium	high	
Netherlands	medium	medium	low	high	
Austria	low	low	medium	high	
Poland	medium	medium	low	high	
Portugal	low	low	medium	high	
Romania	low	low	medium	high	
Slovenia	low	low	medium	high	
Slovakia	low	low	medium	high	
Finland	low	low	medium	high	
*Sweden	medium	low	medium	high	
United Kingdom	high	high	medium	low	

Рис. 2.5.12. Класифікація випадків

Моделі сталого розвитку

За даними рис. 2.5.12, у таблиці класифікації випадків є лише два об'єкти, позначені зірочкою, — Бельгія і Швеція, які за результатами кластерного аналізу (проведеного на основі показників ВВП, витрат кінцевого споживання та валового формування капіталу) зараховано до середньої групи (medium), хоча, враховуючи інші фактори, такі як чисельність, еміграція та імміграція населення, обсяг експортних та імпорتنних потоків товарів і послуг, повинні бути в третій групі з нижчими показниками (low).

Решта країн відповідно до обраних факторів класифіковані правильно.

Щоб з'ясувати, як змінні поділяють на дві сукупності, обчислюють дискримінантні функції (рис. 2.5.13).

Variable	Standardized Coefficients (Spr for Canonical Variables	
	Root 1	Root 2
X6	-1,88385	0,33740
X13	0,40206	-2,00689
X5	-2,82665	0,96367
X12	1,46222	1,49851
X4	1,99231	-1,26653
Eigenval	18,61725	0,18609
Cum.Prop	0,99010	1,00000

Рис. 2.5.13. Вихідні коефіцієнти дискримінантних функцій

Значущість одержаних у результаті аналізу функцій перевіряємо за допомогою критерію χ -квадрат (рис. 2.5.14).

Roots Removed	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadshee					
	Eigen- value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-value
0	18,61725	0,974179	0,042978	72,38260	10	0,000000
1	0,18609	0,396096	0,843108	3,92519	4	0,416225

Рис. 2.5.14. Перевірка статистичної значущості дискримінантних функцій

Перша дискримінантна функція є статистично значущою (власне значення дорівнює 18,61725) та найбільш навантаженою за величинами X4 (1,99), X12 (1,46), а також за величинами X5 (–2,83) і X6 (–1,88), але з протилежними знаками. Друга дискримінантна функція, хоча вона малозначуща, добре відмічена величинами X12 (1,5), X13 (–2).

Розділ 2. Моделі оцінювання міжнародної торгівлі

Отже, такі фактори, як експорт та імпорт товарів і послуг, чисельність й еміграція населення, безпосередньо здійснюють суттєвий вплив на економічний розвиток країни, а саме на ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу.

Результати дискримінантного аналізу зобразимо графічно (рис. 2.5.15). Ця діаграма розсіювання відображає кореляцію між змінними всередині сукупностей.

Таким чином, запропонований науковий підхід до дослідження міжнародної торгівлі на основі поєднання кластерного, факторного та дискримінантного аналізів і комплексу показників, що характеризують економічний розвиток, демографічну ситуацію та зовнішню торгівлю країн і їхній взаємозв'язок, дав змогу визначити специфіку впливу обраних факторів на обсяги експортно-імпортних операцій та запропонувати множину ідентифікаторів, що можуть бути застосовані в моделюванні цих процесів.

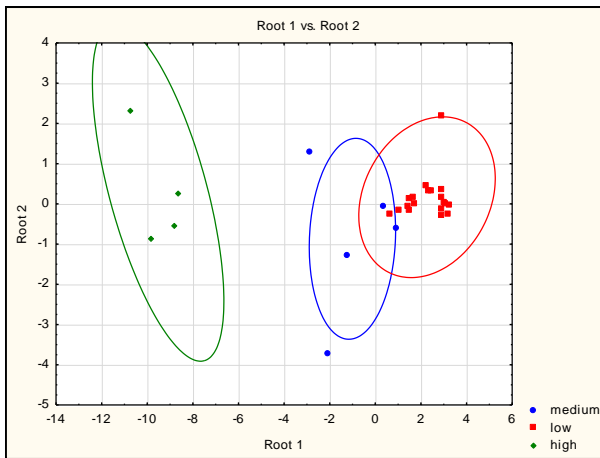


Рис. 2.5.15. Діаграма розсіювання канонічних значень для пар значень дискримінантних функцій 1 і 2

На основі результатів факторного аналізу було згруповано показники за напрямом їхнього впливу. За допомогою кластерного моделювання країни ЄС були поділені на групи за такими кількісними показниками, як ВВП, витрати кінцевого споживання та валове формування капіталу. Дискримінантний аналіз дав змогу інтерпретувати результати за значущістю обраних факторів, підтвердивши, що для аналізу

Моделі сталого розвитку

міжнародної торгівлі треба застосовувати якнайбільшу кількість статистичних індикаторів.

При моделюванні міжнародної торгівлі, як і при моделюванні будь-якого соціально-економічного процесу, важливим є вибір математичного методу вирішення задачі. Саме правильно проведене дослідження торгівлі із виявленням можливих закономірностей між показниками вплине на цей вибір. Отже, на першому кроці при оцінюванні міжнародної торгівлі потрібно здійснити пошук можливих прихованих правил та зв'язків між показниками міжнародної торгівлі.

Передумовою успішного прийняття рішень у сфері торгівлі є використання статистичних та економетричних методів дослідження і прогнозування подальшого розвитку цього процесу. В умовах міжнародної нестабільності використання лише статистичного аналізу є недостатнім. З огляду на це більш популярним є застосування математичного апарату економетричного аналізу, що дає змогу сформулювати інструментарій оцінювання міжнародної торгівлі. Для оцінювання поточного стану, тенденцій і перспектив розвитку міжнародної торгівлі застосовують різні методи та підходи.

Моделі сталого розвитку

2. А.М. Алілуйко, Н.В. Дзюбановська, В.О. Єрмоєнко, О.М. Мартинюк, М.І. Шинкарик. Практикум з теорії імовірностей та математичної статистики /Підручники і посібники, 2018, 352 с.
3. Економетрія (економетрика). Навчальний посібник для студентів заочної форми навчання економічних спеціальностей. / Єрмоєнко В. О., Алілуйко А. М., Мартинюк О. М., Попіна С. Ю. Тернопіль: Підручники і посібники, 2012, 116 с.
4. Underachievement in education, children at risk of poverty and social expenditures of local budgets: Empirical analysis of the EU countries. / J. Klappiv, B. Malyniak, O. Martyniuk / Conference Proceedings Determinants Of Regional Development, 2021, вип. 2, р. 401-420.
5. file:///C:/Users/admin/Downloads/SDGsForChildren_Ukraine_ukr.pdf
6. <https://news.finance.ua/ua/news/-/396810/yak-peremogty-koruptsiyu-sekrety-krayin-svitu>.
(file:///C:/Users/sergmart/Downloads/aymvs_2015_2_22.pdf)
7. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_04_40_esmsip2.htm
8. Children at risk of poverty or social exclusion. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/view/ILC_PEPS01
9. Панухник О. В. Глобальна перспектива України: тернистий шлях до сталого розвитку / Матеріали Всеукраїнської наукової конференції за міжнародної участі «Перспективи розвитку економічних систем у середовищі глобально орієнтованого трансформаційного простору» (6 травня 2015 р.) Тернопіль: Крок, 2015, С. 10-13.
10. О. Панухник. Місцеві бюджети у фінансуванні соціально-культурного розвитку регіонів / Галицький економічний вісник. 2012. №1(34). с.89-94

Розділ 2

1. Моторин Р.М. Міжнародна економічна статистика: Підручник. К.: КНЕУ, 2004. 324с.

Список використаних джерел

2. Євдоченко О.О. Сучасна декомпозиція міжнародної торгівлі товарами та послугами. Глобальні та національні проблеми економіки. Електронне наукове фахове видання, Миколаївський національний університет імені В.О.Сухомлинського. Вип. 2, Грудень 2014. С. 76-80.
3. Офіційний сайт Світової організації торгівлі – World trade report: 2000, 2001, 2004, 2008, 2011, 2014, 2019.
URL : www.wto.org/statistics.
4. Офіційний сайт International Trade Centre.
URL : <https://www.intracen.org>.
5. Статистика: Підручник / С.С.Герасименко, А.В.Головач, А.М.Єріна та ін. К.:КНЕУ, 2000. 467с.
6. Дзюбановська Н. В. Щодо питання вимірювання міжнародної торгівлі країн: основні методи і прийоми. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : «Економіка і менеджмент». 2016. Вип. 22. С. 204–206.
7. Бутко М., Козік М. Методологія оцінки ролі експортного потенціалу в економічному розвитку регіону. Економіст. 2015.
URL : http://nbuv.gov.ua/jpdf/econ_2015_10_4.pdf.
8. Дзюбановська Н. В. Проблеми вимірювання зовнішньої торгівлі країни. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2016. Вип. 19. ч. 1. С. 22–25.
9. Eurostat. URL : <http://www.ec.europa.eu/>.
10. Дзюбановська Н. В., Єрьоменко В. О. Прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних потоків країн Європейського Союзу. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : «Економіка і менеджмент». 2017. Вип. 28. С. 240–245.
11. Дзюбановська Н. В. Прагматизм оцінювання міжнародної торгівлі країн: методи і моделі : монографія. Тернопіль : ТНЕУ, 2019. 298 с.

Моделі сталого розвитку

12. Дзюбановська Н. В. Використання нейронних мереж для прогнозування імпорту товарів країн Європейського Союзу. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія : «Економіка». 2017. Вип. 7 (35). С. 126–131.
13. Дзюбановська Н. В. Структурно-динамічний аналіз міжнародної торгівлі країн Європейського союзу. Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. 2016. Вип. 5 (05), ч. 2. С. 133–138.
14. Дедов Л. А., Плеханова Е. Ф. О формальных и содержательных аспектах анализа экономической структурной динамики. Интеллектуальные системы в производстве: научно-практический журнал. 2006. № 2 (8). С. 189–203.
15. Социально-экономическая статистика. Тема 1. Теория статистического наблюдения. URL : <https://www.hse.ru/data/359/323/1234/lect6-7ec2005.pdf>
16. Коэффициент Рябцева. URL : https://allll.net/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%A0%D1%8F%D0%B1%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%B0
17. Романова Т.В. Інтегральні показники оцінювання структурних зрушень в економіці. Економіка і регіон : наук. вісн. ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка. Полтава : ПолтНТУ, 2016. № 6 (61). С. 20–27.
18. Дедов Л. А. Структурно-динамический анализ в экономике : монография / науч. ред. Боткин О. И. Ижевск : Издательство ИжГТУ, 1995. 158 с.
19. Дедов Л. А., Плеханова Е. Ф. О структурных особенностях экономической динамики. Журнал экономической теории. 2008. №1. С. 24–42.
20. Дзюбановська Н. В. Аналіз структурних трансформацій зовнішньої торгівлі України. Проблеми системного підходу в економіці. 2018. Вип. 6(68). С.217–225. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-34>.

Список використаних джерел

21. Дзюбановська Н. В. Економетричний підхід до дослідження конвергенції рівня міжнародної торгівлі країн Європейського Союзу. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». 2016. Вип. 10, ч. 1. С. 107–112.
22. Дзюбановська Н. В., Єрьоменко В. О., Сенів Г. В. Застосування методів бінарної класифікації до оцінювання міжнародної торгівлі. Інтелект ХХІ. 2019. №6. Ч. 1. С. 13–18.
23. Логистическая регрессия. Центр статистического анализа. URL : <https://www.statmethods.ru/statistics-metody/logisticheskaya-regressiya/>.
24. Пробит-модель регрессии. Центр статистического анализа. URL : <https://www.statmethods.ru/statistics-metody/probit-model-regressii/>.
25. Развадовская Ю. В., Шевченко И. К. Структурный анализ технологических укладов в процессе развития промышленного сектора экономики: генезис, закономерности и тенденции // Известия ЮФУ. Технические науки. Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. № 8 (133). С. 58–65.
26. Сальваторе Д. Международная экономика : [Підручник] : Пер. с англ. / Науч. ред. пер. под рук. Г. Н. Котова. — М., 1998. — 714 с.
27. Dziubanovska N. Multifactor models for studying the EU countries' international trade. Economic Annals-XXI. 2019. Vol. 175, is. 1–2, P. 29–34. DOI : <https://doi.org/10.21003/ea.V175-05>.
28. Макроэкономика : учеб. и практикум для прикладного бакалавриата / под ред. Г. А. Родиной. Москва : Юрайт, 2014. 462 с.

Розділ 3

1. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Івашука. Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. 704 с.

Моделі сталого розвитку

2. Березька К. М., Неміш В. М. Фінансова математика: Навчальний посібник. Тернопіль: ТНЕУ, 2010. 195 с.
3. Клименко С.М., Дуброва О.С. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків : навч. посібник. Київ : КНЕУ, 2005. 252 с.
4. Ілляшенко С.М. Економічний ризик : навч. посібник. 2-е вид., доп., перероб. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 220 с.
5. Клебанова Т.С., Раевнева Е.В. Теория экономического риска : учебное пособие. Харьков : Изд. ХГЭУ, 2001. 132 с.
6. Долінський Л.Б. Фінансові обчислення та аналіз цінних паперів : навч. посіб. Київ : Майстер-клас, 2005. 192 с.
7. Вітлінський В.В., Верченко П.І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. Київ : КНЕУ, 2000. 292 с.
8. Івченко І.Ю. Економічні ризики: навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 304 с.
9. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик в менеджменті. Київ : ТОВ „Борисфен-М”, 1996. 336 с.
10. Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск. Москва : Знание, 1992. 62 с.
11. Христиановский В.В., Полшков Ю.Н., Щербина В.П. Экономический риск и методы его измерения. Донецк : ДонГУ, 1999. 250 с.

Розділ 4

4.1.1–4.2.3

1. Економіко–математичне моделювання. Навч. пос. / За ред. О.Т.Іващука. Тернопіль: Економічна думка, 2008. 704с.
2. Державна служба статистики, 1995.
3. Державна служба статистики, 1999.
4. Державна служба статистики, 2007.