

УДК 339.5:303.09:338.14

JEL Classification: C38, F20, F42

Гур'янова Лідія Семенівна, Полянський Владислав Олександрович

Моделювання динаміки міжнародної торгівлі в контексті оцінки наслідків «шоку» COVID-19

Анотація. Запропоновано методичний підхід до побудови моделей аналізу динаміки міжнародної торгівлі в контексті оцінки уразливості економіки до короткострокових зовнішніх «шоків». Даний підхід апробований на даних індикаторів міжнародної торгівлі за 1996-2019 рр. Розроблено адаптивні моделі прогнозування індикаторів міжнародної торгівлі; моделі класифікації регіональних сегментів по сальдо торгового балансу; визначені основні зміни в трендах міжнародної торгівлі. Досліджено темпи відновлення рівня ділової активності в домінуючих регіональних сегментах в посткризовий період, здійснено оцінку уразливості економіки України до короткострокових зовнішніх «шоків».

Ключові слова: міжнародна торгівля, динаміка, моделювання, адаптивні методи, кластерний аналіз, оцінка уразливості до «шоків».

Постановка проблеми. Сучасні умови функціонування соціально-економічних систем (СЕС) характеризуються впливом «шоку», індукованого COVID-19. Карантинні обмеження, спрямовані на зниження рівня захворюваності та підтримку цільового потенціалу стійкості функціонування системи охорони здоров'я, забезпечення високих соціальних стандартів захисту громадян, призвели до істотного зниження рівня ділової активності в ряді сфер економічної діяльності, порушення логістичних ланцюжків по всьому світу, панічним настроєм на фінансових ринках внаслідок песимістичних очікувань інвесторів щодо прибутковості активів компаній, що входять до лістингів фондових бірж, і т.д. На жаль, аналіз статистичних даних показує, що економічні наслідки «шоку» COVID-19 виявилися більш глибокими, ніж прогнозувалося. Зокрема, МВФ оновив прогноз спаду світової економіки з 3% до 4,9% [1]. НБУ зберіг прогноз спаду української економіки на рівні 6%, проте аналіз статистичних даних показує, що глибина кризи

буде сильнішою [2]. Це призводить до актуалізації проблеми розробки адекватних стратегій розвитку СЕС різного рівня ієрархії в умовах посткризового синдрому.

Аналіз останніх досліджень. Розробка такої стратегії передбачає вирішення низки завдань, таких як оцінка впливу «шоку» COVID-19 на динаміку соціально-економічних процесів, діагностика стану СЕС і факторів локалізації кризових тенденцій розвитку, формування системи превентивних заходів і системний аналіз їх ефективності, вибір найкращого сценарію розвитку СЕС в умовах посткризового синдрому, розробка організаційно-економічних механізмів його реалізації. Одним з базових завдань серед перерахованих вище є оцінка впливу «шоку» COVID-19.

У сучасній економічній літературі розглянуті різні підходи до оцінки впливу «шоків» на динаміку розвитку СЕС [3-14]. Так, в роботі Лук'яненко І.Г. пропонується використовувати моделі панельних даних і ЕСМ-моделі для стрес-тестування фінансових індикаторів [3-4]. Застосування різних модифікацій векторної авторегресійної технології (SVAR, GVAR) розглядаються в роботах [5-9].

Слід також зазначити, що серед можливих видів «шоків», таких як технологічні «шоки», інформаційні «шоки», «шоки» попиту і пропозиції і т.д. особлива увага приділяється «шокам» фінансової безпеки в силу тяжкості їх наслідків для динаміки економічних процесів. Пріоритетність моніторингу «шоків» даного типу підтверджується результатами досліджень, наведених в [10-12]. Як показує аналіз, проведений в [13-14], домінантними в умовах низького рівня стійкості зовнішньоекономічного сектора залишаються такі «шоки» фінансової безпеки, як «шоки» валютної безпеки, що зумовило вибір основного акценту цього дослідження.

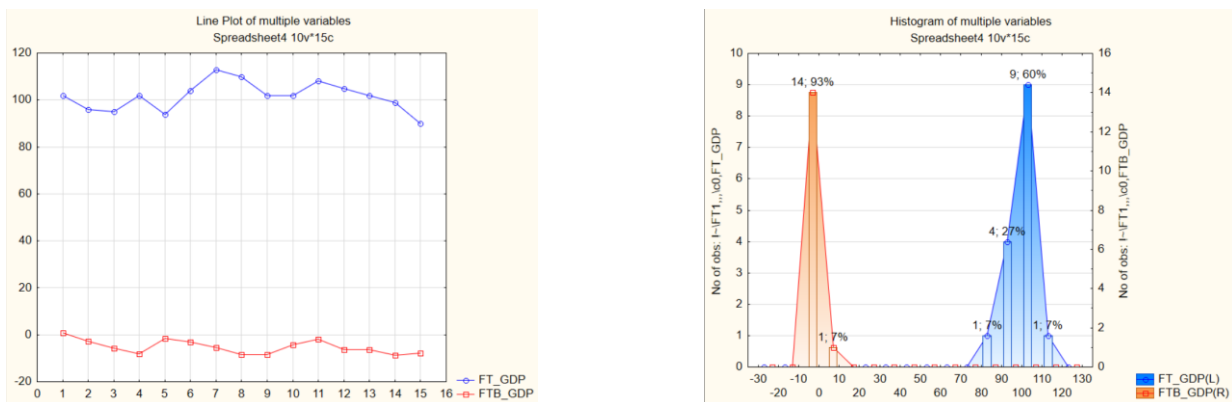
Мета статті. Метою дослідження є розробка моделей аналізу динаміки міжнародної торгівлі в контексті оцінки наслідків «шоку» COVID-19 для оцінки стійкості зовнішньоекономічного сектора і ймовірності посилення загроз валютної безпеки.

Основні результати дослідження. Пропонований в роботі методичний підхід

до формування комплексу моделей аналізу динаміки міжнародної торгівлі включає наступні основні блоки: блок 1 - оцінка стійкості зовнішньоекономічного сектора; блок 2 - оцінка уразливості економіки України до зовнішніх короткострокових «шоків». Нижче розглядається зміст кожного блоку.

Основними завданнями *першого* блоку є аналіз значущості зовнішньоекономічного сектора в економіці України; прогнозування індикаторів міжнародної торгівлі; оцінка дисбалансів і стійкості зовнішньоекономічного сектора. Для вирішення завдань цього блоку використовуються методи статистичного аналізу і адаптивні методи прогнозування [15]. Побудова адаптивної моделі передбачає: ідентифікацію виду тренда; визначення оптимальних параметрів адаптації; оцінку параметрів адаптивної моделі для заданого часового інтервалу; оцінку якості моделі.

Результати аналізу значущості зовнішньоекономічного сектора в економіці України наведені на рис. 1. Вибір періоду аналізу обумовлений інформаційною забезпеченістю індикаторів динаміки міжнародної торгівлі у відкритих джерелах даних [16].



Descriptive Statistics (Spreadsheet4)													
Variable	Valid N	Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Minimum	Maximum	Range	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Skewness	Kurtosis
FT_GDP	15	101,6000	102,0000	102,0000	5	90,00000	113,0000	23,00000	38,11429	6,173677	6,0765	-0,031775	-0,132029
FTB_GDP	15	-5,1733	-5,7000	Multiple	1	-8,60000	0,8000	9,40000	8,60924	2,934150	-56,7168	0,519813	-0,710869

Рис. 1. Аналіз динаміки індикаторів міжнародної торгівлі, 2005-2019 рр. (FT_GDP - % зовнішньоекономічних операцій від ВВП; FTB_GDP - % торгового балансу к ВВП)

Джерело: отримано авторами на основі [16]

Як видно з рис. 1, міжнародна торгівля має суттєвий вплив на економіку

України. Обсяг зовнішньоекономічних операцій варіюється в діапазоні від мінімального значення, рівного 90% ВВП, в 2019 р до максимального значення, рівного 113% від ВВП в 2011 р. Медіанне значення оцінюється на рівні 102%. Однак слід зазначити, що економіка України не відноситься до експортно орієнтованих. Так близькі за рівнем економічного розвитку країни Східної Європи, зокрема, Угорщина, Словаччина, Чехія мають більш розвинений зовнішньоекономічний сектор (рис. 2).

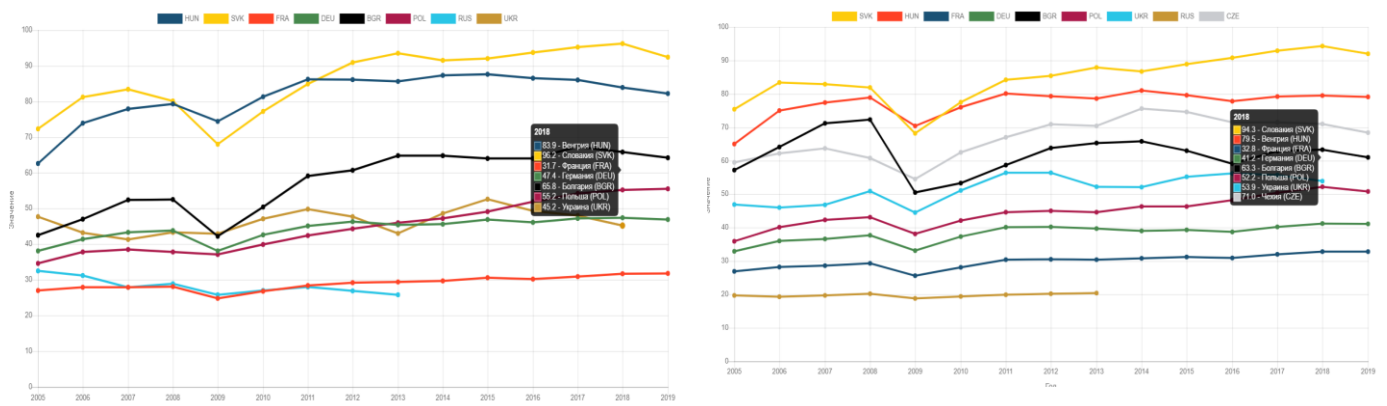


Рис. 2. Питова вага експорту-імпорту в ВВП

Джерело: складено авторами на основі [17]

Як видно з рис. 2, зовнішньоекономічний сектор Угорщини, Словаччини, Чехії оцінюється відповідно в 163,2%, 179,1%, 145,9% від ВВП за даними Європейської економічної комісії ООН UNECE.

Також слід сказати про суттєві коливання обсягів зовнішньоекономічного сектора України. Так, коефіцієнт варіації, що дорівнює 38,11% (рис. 1), свідчить про значні коливання в сукупності і низьку стійкість зовнішньоекономічного сектора. Досить високим є негативне сальдо торгового балансу, яке оцінюється на рівні -6% від ВВП. Для порівняння профіцит торгового балансу по країнах Євросоюзу знаходиться на рівні 2,3% [17].

Сформовані диспропорції і низький рівень стійкості зовнішньоекономічного сектора надають істотний тиск на валютний ринок, підсилюють вплив «шоків» валютної безпеки на рівень фінансово-економічної безпеки держави в цілому.

Для оцінки стійкості дисбалансів міжнародної торгівлі проведено аналіз динаміки експорту та імпорту України. Часові ряди експорту-імпорту дані на рис. 3.

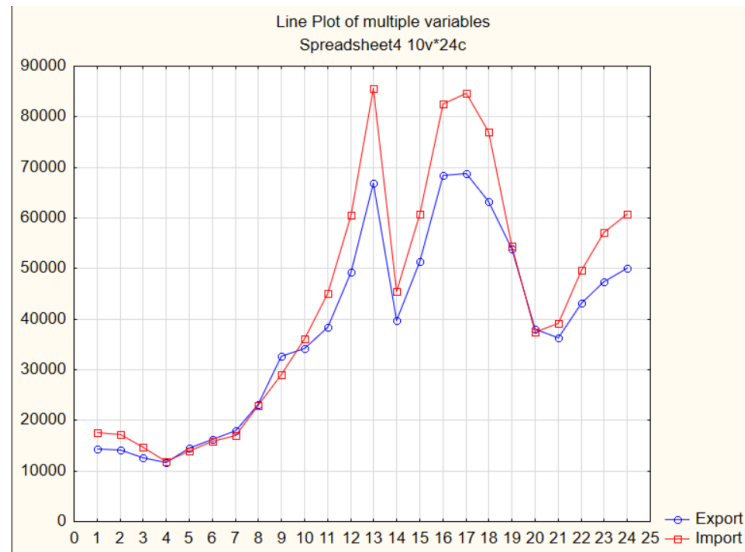


Рис. 3. Аналіз динаміки експорту-імпорту України, 1996-2019 рр. (млн. дол. США)

Джерело: складено авторами на основі [18]

Для аналізу трендової компоненти, як було сказано вище, використовувалися адаптивні методи прогнозування. Обробка даних здійснювалася в середовищі Statistica. Критерії якості адаптивних моделей з різним типом трендової складової наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Критерії якості адаптивних моделей часового ряду експорту

Тип моделі	Критерії якості моделей, вибір параметрів адаптації по сітці параметрів	Оптимальні значення параметрів згладжування																																																																																
Експоненціальне згладжування (модель Брауна)	<p>Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet4) Model: No trend, no season ; S0=378E2 EXPORT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model Number</th> <th>Alpha</th> <th>Mean Error</th> <th>Mean Abs Error</th> <th>Sums of Squares</th> <th>Mean Squares</th> <th>Mean % Error</th> <th>Mean Abs % Error</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>0,900000</td> <td>553,085</td> <td>8037,96</td> <td>2,763436E+09</td> <td>115143156</td> <td>-4,3460</td> <td>24,78372</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0,800000</td> <td>599,606</td> <td>8420,53</td> <td>2,821081E+09</td> <td>117545034</td> <td>-4,9959</td> <td>26,41922</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0,700000</td> <td>652,237</td> <td>8814,74</td> <td>2,929575E+09</td> <td>122065618</td> <td>-5,8630</td> <td>28,25381</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0,600000</td> <td>717,646</td> <td>9208,11</td> <td>3,106885E+09</td> <td>129453539</td> <td>-7,0306</td> <td>30,23265</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,500000</td> <td>814,998</td> <td>9575,76</td> <td>3,385620E+09</td> <td>141067499</td> <td>-8,6051</td> <td>32,21938</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,400000</td> <td>991,244</td> <td>10274,31</td> <td>3,823024E+09</td> <td>159292658</td> <td>-10,7137</td> <td>35,24277</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,300000</td> <td>1347,728</td> <td>11220,94</td> <td>4,512664E+09</td> <td>188027660</td> <td>-13,4879</td> <td>39,38074</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,200000</td> <td>2042,846</td> <td>12373,37</td> <td>5,589458E+09</td> <td>232894095</td> <td>-17,0946</td> <td>45,08826</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0,100000</td> <td>2894,647</td> <td>14466,84</td> <td>7,197694E+09</td> <td>299903913</td> <td>-22,5594</td> <td>54,17434</td> </tr> </tbody> </table>	Model Number	Alpha	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error	9	0,900000	553,085	8037,96	2,763436E+09	115143156	-4,3460	24,78372	8	0,800000	599,606	8420,53	2,821081E+09	117545034	-4,9959	26,41922	7	0,700000	652,237	8814,74	2,929575E+09	122065618	-5,8630	28,25381	6	0,600000	717,646	9208,11	3,106885E+09	129453539	-7,0306	30,23265	5	0,500000	814,998	9575,76	3,385620E+09	141067499	-8,6051	32,21938	4	0,400000	991,244	10274,31	3,823024E+09	159292658	-10,7137	35,24277	3	0,300000	1347,728	11220,94	4,512664E+09	188027660	-13,4879	39,38074	2	0,200000	2042,846	12373,37	5,589458E+09	232894095	-17,0946	45,08826	1	0,100000	2894,647	14466,84	7,197694E+09	299903913	-22,5594	54,17434	<p>$\alpha = 0,9$</p>
Model Number	Alpha	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error																																																																											
9	0,900000	553,085	8037,96	2,763436E+09	115143156	-4,3460	24,78372																																																																											
8	0,800000	599,606	8420,53	2,821081E+09	117545034	-4,9959	26,41922																																																																											
7	0,700000	652,237	8814,74	2,929575E+09	122065618	-5,8630	28,25381																																																																											
6	0,600000	717,646	9208,11	3,106885E+09	129453539	-7,0306	30,23265																																																																											
5	0,500000	814,998	9575,76	3,385620E+09	141067499	-8,6051	32,21938																																																																											
4	0,400000	991,244	10274,31	3,823024E+09	159292658	-10,7137	35,24277																																																																											
3	0,300000	1347,728	11220,94	4,512664E+09	188027660	-13,4879	39,38074																																																																											
2	0,200000	2042,846	12373,37	5,589458E+09	232894095	-17,0946	45,08826																																																																											
1	0,100000	2894,647	14466,84	7,197694E+09	299903913	-22,5594	54,17434																																																																											

<p>Модель експоненціального згладжування із врахуванням лінійного тренду (модель Холта)</p>	<p>Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet4) Model: Linear trend, no season ; S0=136E2 T0=1550, EXPORT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model Number</th> <th>Alpha</th> <th>Gamma</th> <th>Mean Error</th> <th>Mean Abs Error</th> <th>Sums of Squares</th> <th>Mean Squares</th> <th>Mean % Error</th> <th>Mean Abs % Error</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>73</td><td>0.900000</td><td>0.100000</td><td>-304.671</td><td>6794.847</td><td>2.327353E+09</td><td>96973044</td><td>-2.61938</td><td>17.41580</td></tr> <tr><td>64</td><td>0.800000</td><td>0.100000</td><td>-371.582</td><td>6903.369</td><td>2.347017E+09</td><td>97792368</td><td>-3.01405</td><td>17.94917</td></tr> <tr><td>55</td><td>0.700000</td><td>0.100000</td><td>-470.741</td><td>7101.640</td><td>2.401722E+09</td><td>100071739</td><td>-3.53411</td><td>18.61135</td></tr> <tr><td>74</td><td>0.900000</td><td>0.200000</td><td>-226.134</td><td>6979.240</td><td>2.480610E+09</td><td>103358733</td><td>-1.92668</td><td>17.76238</td></tr> <tr><td>65</td><td>0.800000</td><td>0.200000</td><td>-290.293</td><td>7063.211</td><td>2.486424E+09</td><td>103601004</td><td>-2.26870</td><td>18.24997</td></tr> <tr><td>46</td><td>0.600000</td><td>0.100000</td><td>-613.943</td><td>7310.087</td><td>2.504578E+09</td><td>104357437</td><td>-4.22949</td><td>19.26801</td></tr> <tr><td>56</td><td>0.700000</td><td>0.200000</td><td>-399.139</td><td>7231.029</td><td>2.528437E+09</td><td>105351528</td><td>-2.75272</td><td>19.00184</td></tr> <tr><td>47</td><td>0.600000</td><td>0.200000</td><td>-579.852</td><td>7655.875</td><td>2.618584E+09</td><td>109107674</td><td>-3.45939</td><td>20.20761</td></tr> <tr><td>66</td><td>0.800000</td><td>0.300000</td><td>-106.802</td><td>7128.112</td><td>2.620368E+09</td><td>109182009</td><td>-1.49652</td><td>18.27143</td></tr> <tr><td>75</td><td>0.900000</td><td>0.300000</td><td>-75.129</td><td>7212.360</td><td>2.633132E+09</td><td>109713813</td><td>-1.25817</td><td>18.21511</td></tr> </tbody> </table>	Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error	73	0.900000	0.100000	-304.671	6794.847	2.327353E+09	96973044	-2.61938	17.41580	64	0.800000	0.100000	-371.582	6903.369	2.347017E+09	97792368	-3.01405	17.94917	55	0.700000	0.100000	-470.741	7101.640	2.401722E+09	100071739	-3.53411	18.61135	74	0.900000	0.200000	-226.134	6979.240	2.480610E+09	103358733	-1.92668	17.76238	65	0.800000	0.200000	-290.293	7063.211	2.486424E+09	103601004	-2.26870	18.24997	46	0.600000	0.100000	-613.943	7310.087	2.504578E+09	104357437	-4.22949	19.26801	56	0.700000	0.200000	-399.139	7231.029	2.528437E+09	105351528	-2.75272	19.00184	47	0.600000	0.200000	-579.852	7655.875	2.618584E+09	109107674	-3.45939	20.20761	66	0.800000	0.300000	-106.802	7128.112	2.620368E+09	109182009	-1.49652	18.27143	75	0.900000	0.300000	-75.129	7212.360	2.633132E+09	109713813	-1.25817	18.21511	<p>$\alpha = 0,9; \gamma = 0,1$</p>
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error																																																																																													
73	0.900000	0.100000	-304.671	6794.847	2.327353E+09	96973044	-2.61938	17.41580																																																																																													
64	0.800000	0.100000	-371.582	6903.369	2.347017E+09	97792368	-3.01405	17.94917																																																																																													
55	0.700000	0.100000	-470.741	7101.640	2.401722E+09	100071739	-3.53411	18.61135																																																																																													
74	0.900000	0.200000	-226.134	6979.240	2.480610E+09	103358733	-1.92668	17.76238																																																																																													
65	0.800000	0.200000	-290.293	7063.211	2.486424E+09	103601004	-2.26870	18.24997																																																																																													
46	0.600000	0.100000	-613.943	7310.087	2.504578E+09	104357437	-4.22949	19.26801																																																																																													
56	0.700000	0.200000	-399.139	7231.029	2.528437E+09	105351528	-2.75272	19.00184																																																																																													
47	0.600000	0.200000	-579.852	7655.875	2.618584E+09	109107674	-3.45939	20.20761																																																																																													
66	0.800000	0.300000	-106.802	7128.112	2.620368E+09	109182009	-1.49652	18.27143																																																																																													
75	0.900000	0.300000	-75.129	7212.360	2.633132E+09	109713813	-1.25817	18.21511																																																																																													
<p>Модель експоненціального згладжування із врахуванням експоненціального тренда</p>	<p>Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet4) Model: Expon. trend, no season ; S0=145E2 T0=,9883, EXPORT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model Number</th> <th>Alpha</th> <th>Gamma</th> <th>Mean Error</th> <th>Mean Abs Error</th> <th>Sums of Squares</th> <th>Mean Squares</th> <th>Mean % Error</th> <th>Mean Abs % Error</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>73</td><td>0.900000</td><td>0.100000</td><td>-1146.74</td><td>7088.584</td><td>2.737020E+09</td><td>114042480</td><td>-2.18459</td><td>17.48130</td></tr> <tr><td>64</td><td>0.800000</td><td>0.100000</td><td>-1215.27</td><td>7219.574</td><td>2.786989E+09</td><td>116124528</td><td>-2.32641</td><td>18.07051</td></tr> <tr><td>55</td><td>0.700000</td><td>0.100000</td><td>-1349.60</td><td>7509.519</td><td>2.904721E+09</td><td>121030030</td><td>-2.59411</td><td>19.02049</td></tr> <tr><td>74</td><td>0.900000</td><td>0.200000</td><td>-1805.02</td><td>7223.474</td><td>3.025893E+09</td><td>126078874</td><td>-3.58477</td><td>17.68937</td></tr> <tr><td>65</td><td>0.800000</td><td>0.200000</td><td>-1923.67</td><td>7307.770</td><td>3.050399E+09</td><td>127099971</td><td>-3.81395</td><td>18.13638</td></tr> <tr><td>66</td><td>0.800000</td><td>0.300000</td><td>-1881.30</td><td>7283.223</td><td>3.122015E+09</td><td>130083976</td><td>-3.85488</td><td>18.00134</td></tr> <tr><td>46</td><td>0.600000</td><td>0.100000</td><td>-1572.17</td><td>7882.525</td><td>3.129631E+09</td><td>130401276</td><td>-3.04027</td><td>20.16217</td></tr> <tr><td>58</td><td>0.700000</td><td>0.400000</td><td>-1816.36</td><td>7485.453</td><td>3.147820E+09</td><td>131159154</td><td>-3.83895</td><td>18.63176</td></tr> <tr><td>75</td><td>0.900000</td><td>0.300000</td><td>-1812.22</td><td>7240.651</td><td>3.149441E+09</td><td>131226707</td><td>-3.71787</td><td>17.59838</td></tr> <tr><td>56</td><td>0.700000</td><td>0.200000</td><td>-2158.64</td><td>7643.903</td><td>3.153072E+09</td><td>131377986</td><td>-4.24824</td><td>19.10307</td></tr> </tbody> </table>	Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error	73	0.900000	0.100000	-1146.74	7088.584	2.737020E+09	114042480	-2.18459	17.48130	64	0.800000	0.100000	-1215.27	7219.574	2.786989E+09	116124528	-2.32641	18.07051	55	0.700000	0.100000	-1349.60	7509.519	2.904721E+09	121030030	-2.59411	19.02049	74	0.900000	0.200000	-1805.02	7223.474	3.025893E+09	126078874	-3.58477	17.68937	65	0.800000	0.200000	-1923.67	7307.770	3.050399E+09	127099971	-3.81395	18.13638	66	0.800000	0.300000	-1881.30	7283.223	3.122015E+09	130083976	-3.85488	18.00134	46	0.600000	0.100000	-1572.17	7882.525	3.129631E+09	130401276	-3.04027	20.16217	58	0.700000	0.400000	-1816.36	7485.453	3.147820E+09	131159154	-3.83895	18.63176	75	0.900000	0.300000	-1812.22	7240.651	3.149441E+09	131226707	-3.71787	17.59838	56	0.700000	0.200000	-2158.64	7643.903	3.153072E+09	131377986	-4.24824	19.10307	<p>$\alpha = 0,9; \gamma = 0,1$</p>
Model Number	Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error																																																																																													
73	0.900000	0.100000	-1146.74	7088.584	2.737020E+09	114042480	-2.18459	17.48130																																																																																													
64	0.800000	0.100000	-1215.27	7219.574	2.786989E+09	116124528	-2.32641	18.07051																																																																																													
55	0.700000	0.100000	-1349.60	7509.519	2.904721E+09	121030030	-2.59411	19.02049																																																																																													
74	0.900000	0.200000	-1805.02	7223.474	3.025893E+09	126078874	-3.58477	17.68937																																																																																													
65	0.800000	0.200000	-1923.67	7307.770	3.050399E+09	127099971	-3.81395	18.13638																																																																																													
66	0.800000	0.300000	-1881.30	7283.223	3.122015E+09	130083976	-3.85488	18.00134																																																																																													
46	0.600000	0.100000	-1572.17	7882.525	3.129631E+09	130401276	-3.04027	20.16217																																																																																													
58	0.700000	0.400000	-1816.36	7485.453	3.147820E+09	131159154	-3.83895	18.63176																																																																																													
75	0.900000	0.300000	-1812.22	7240.651	3.149441E+09	131226707	-3.71787	17.59838																																																																																													
56	0.700000	0.200000	-2158.64	7643.903	3.153072E+09	131377986	-4.24824	19.10307																																																																																													

Джерело: отримано авторами

Дані табл. 1 показують, що найкращою для опису часового ряду експорту за критерієм середньої абсолютної відсоткової похибки апроксимації (mean abs % error) є модель експоненціального згладжування з врахуванням лінійного тренда. Перебір критеріїв по сітці параметрів дозволяє зробити висновок, що найкращою є модель № 73 з параметрами адаптації $\alpha = 0,9; \gamma = 0,1$. Прогнозні значення експорту, отримані на основі цієї моделі, наведені на рис. 4.

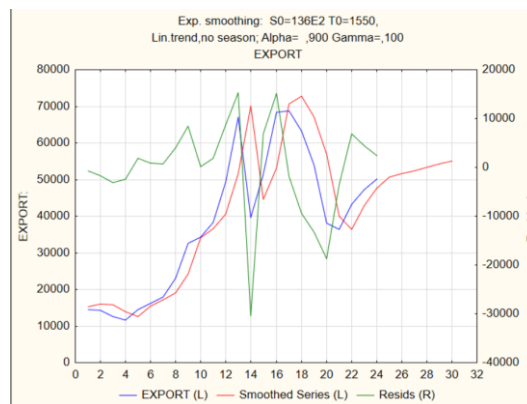


Рис. 4. Вихідні, згладжені і прогнозні значення експорту

Джерело: отримано авторами

Аналогічно розроблена адаптивна модель прогнозування імпорту.

Порівняльний аналіз якості моделей показав, що найкращою є модель експоненціального згладжування з експоненціальним трендом з параметрами адаптації $\alpha = 0,9$; $\gamma = 0,3$. Середня абсолютна процентна похибка апроксимації моделі склала 21,59%, середня процентна похибка прогнозу - 5,14%, тобто якість прогнозу є задовільною. Прогнозні значення імпорту на основі побудованої моделі подані на рис. 5.

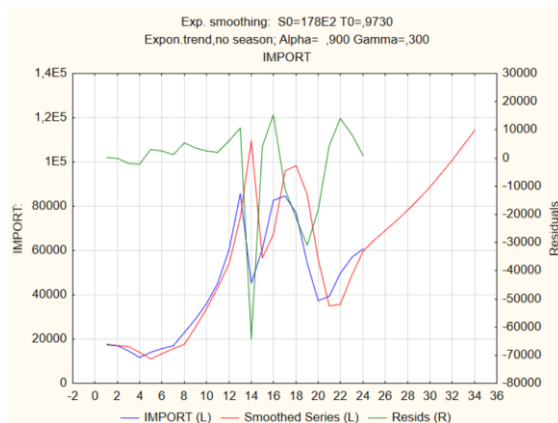


Рис. 5. Вихідні, згладжені і прогнозні значення імпорту

Джерело: отримано авторами

Таким чином, отримані результати дозволяють зробити висновок, що з урахуванням типу найбільш імовірних трендових складових (лінійний тренд - для експорту, експоненціальне тренд - для імпорту) в середньостроковій перспективі дисбаланси в міжнародній торгівлі будуть посилюватися, що є дестабілізуючим фактором як для виробничої, так і фінансової сфери.

Основними завданнями *другого блоку* є класифікація країн за сальдо торгового балансу, оцінка динаміки географічної структури міжнародної торгівлі, оцінка темпів відновлення рівня ділової активності в домінантних географічних сегментах міжнародної торгівлі України, оцінка уразливості до короткострокових «шоків». Для вирішення завдань другого блоку використовуються ієрархічні агломеративні та ітеративні методи. Ієрархічні агломеративні методи дають лише умовно-оптимальне рішення в деякій підмножині локального розбиття (кластерів). Однак перевагою цих методів є простота обчислень та інтерпретації отриманих ефектів. Результати

кластеризації, що представлені у вигляді дендрограми, дозволяють вибрати число кластерів, при якому сумарна міжгрупова дисперсія буде приймати максимальне значення. Це число кластерів використовується для підбору початкових умов ітераційного алгоритму методу «к-середніх». Після завершення процедур класифікації необхідно оцінити отримані результати. Для цієї мети використовується деяка міра якості класифікації, так званий функціонал якості. Найкращим за обраним функціоналом слід вважати таке розбиття, при якому досягається екстремальне значення цільової функції - функціоналу якості [15].

На початковому етапі другого блоку було проведено кластерний аналіз для сальдо міжнародної торгівлі з різними країнами світу. Дендрограма класифікації, отримана на основі методу Уорда, наведена на рис. 6.

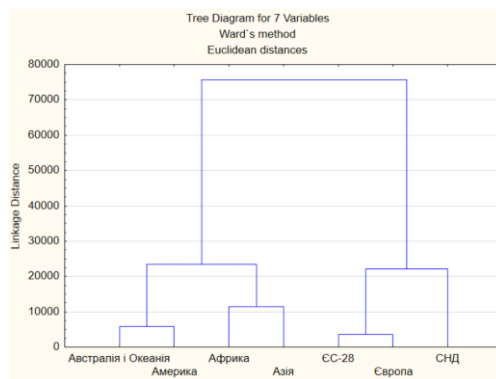


Рис. 6. Дендрограма класифікації (метод Уорда)

Джерело: отримано авторами

Як видно з рис. 6, в географічній структурі міжнародної торгівлі можуть бути виділені 2 кластери. Це значення задано як екзогенний фактор при реалізації ітеративних методів кластерного аналізу. Результати дисперсійного аналізу, що підтверджують істотну диференціацію об'єктів кластерів по аналізованих змінним, наведені на рис. 7.

Case ID	Analysis of Variance (Spreadsheet26)					
	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
C_1	11567410	1	9179639	5	6,3006	0,053822
C_2	20193590	1	11122690	5	9,0777	0,029656
C_3	11329660	1	7955879	5	7,1203	0,044434

C_18	176288000	1	40303480	5	21,8701	0,005450
C_19	55413320	1	34037560	5	8,1400	0,035695
C_20	34149220	1	28747310	5	5,9396	0,058862
C_21	37479210	1	20544010	5	9,1217	0,029409
C_22	43978960	1	21325540	5	10,3113	0,023699
C_23	41463800	1	22220350	5	9,3301	0,028278

Рис. 7. Результати дисперсійного аналізу (фрагмент)

Джерело: отримано авторами

Дані рис. 7 дозволяють зробити висновок про те, що гіпотеза про істотне розрізнення кластерів по виділеним змінним підтверджується з ймовірністю 95-99%. Графік середніх значень змінних в кластерах наведено на рис. 8.

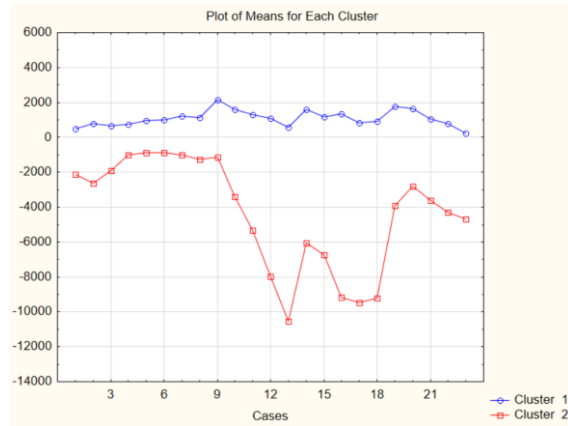


Рис. 8. Графік середніх значень змінних в кластерах

Джерело: отримано авторами

Таким чином, перший кластер (cluster 1) сформували країни, з якими в Україні є профіцит торгового балансу. Як негативний фактор слід відзначити зниження середнього значення цього показника в першому кластері протягом останніх років. У другий кластер (cluster 2) увійшли країни, з якими спостерігається стійкий дефіцит торгового балансу. Незважаючи на сприятливу динаміку 2014-2015 рр., в наступні три роки спостерігається зниження цього індикатора. Склад кластерів наведено на рис. 9. На країни першого і другого кластерів припадає 42% і 58% експорту.

Members of Cluster Number 1 (Spreadsheet26) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 4 variables	
Variable	Distance
Азія	2180,793
Африка	1698,180
Америка	1989,996
Австралія і Океанія	1273,160

Members of Cluster Number 2 (Spreadsheet26) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 3 variables	
Variable	Distance
СНД	2426,082
Європа	1310,480
ЄС-28	1229,908

Рис. 9. Склад кластерів, отриманий на основі методу «к-середніх»

Джерело: складено авторами

Таким чином, можна зробити висновок про якісні трансформації географічної структури міжнародної торгівлі України, зниження питомої ваги експорту в країни СНД з 35% в 2013 р до 15% в 2018 р, зростання обсягу експорту в інші країни світу з 65% до 85%, підсилення ролі азіатського регіону в міжнародній торгівлі, зокрема, Китаю (близько 30% експорту припадає на країни Азії). Згідно з прогнозами (рис. 10) для названих вище географічних сегментів міжнародної торгівлі буде спостерігатися досить швидке відновлення економіки після кризового етапу розвитку, пов'язаного з «шоком» COVID-19 [19].

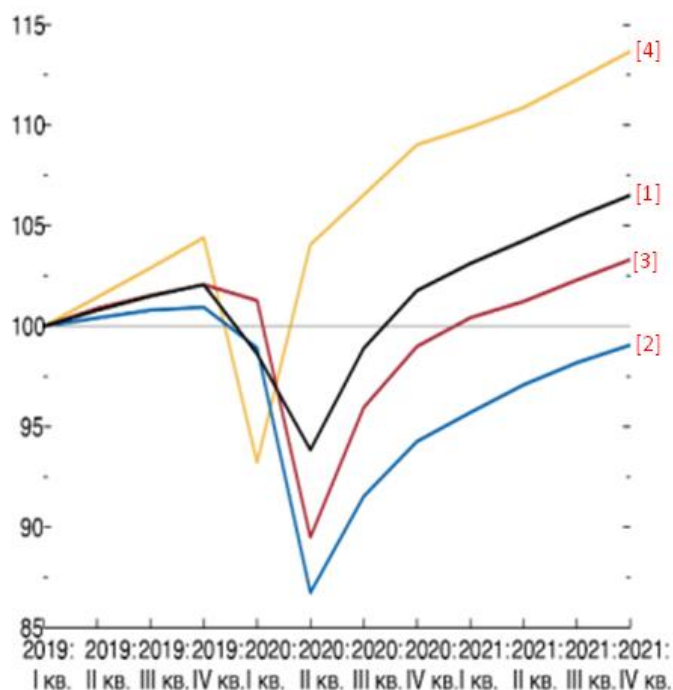


Рис. 10. Темпи економічного росту (прогноз) для [1] – світу в цілому, [2] – країни із розвиненою економікою, [3] – країни із ринком, що формується, і країни, що розвиваються, [4] - Китай

Джерело: [20]

Таким чином, проведений вище аналіз дозволяє зробити висновок про низьку уразливість економіки України до короткострокових зовнішніх «шоків», індукованих COVID-19. Даний висновок підтверджується тим, що в просторовому розрізі спостерігається концентрація міжнародної торгівлі в регіональних сегментах, що характеризуються позитивними прогнозами щодо швидкості та темпів

відновлення рівня ділової активності в посткризовий період.

Висновки. Проведені в роботі дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

запропоновано методичний підхід до побудови моделей аналізу динаміки міжнародної торгівлі в контексті оцінки уразливості економіки України до короткострокових зовнішніх «шоків»;

підхід апробований на даних індикаторів міжнародної торгівлі за період 1996-2019 рр.;

розроблені адаптивні моделі прогнозування індикаторів міжнародної торгівлі, які дозволили зробити висновок про суттєві дисбаланси у зовнішньоекономічному секторі, що призводять до посилення тиску на валютний ринок і зростання ймовірності формування кризи платіжного балансу;

розроблені динамічні моделі класифікації країн світу по сальдо торгового балансу, проведений аналіз структурної динаміки міжнародної торгівлі, виділені переломи в трендах міжнародної торгівлі з акцентом на країни Азії;

аналіз прогнозованого зростання і темпів відновлення економіки в посткризовий період в домінантних географічних сегментах міжнародної торгівлі України дозволяє зробити висновок про слабку уразливість економіки до короткострокових зовнішніх «шоків», індукованих COVID-19, в середньостроковій перспективі.

Список використаних джерел

1. World Economic Outlook Update, June 2020. *www.imf.org*: сайт. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020>
2. НБУ зберіг прогноз спаду ВВП у 2020 році на 6%. *www.epravda.com.ua*: сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/10/22/666521>
3. Лук'яненко І. Г. Моделювання впливу зміни монетарних режимів на фінансово-економічний розвиток країн із перехідною економікою. *Економіка і прогнозування*. 2011. № 2. С. 130-151. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econprog_2011_2_14.
4. Лук'яненко І.Г. Методи стрес-тестування фінансової стійкості підприємств України. *БІЗНЕСІНФОРМ*. 2013. №11. С. 57-64.
5. Ніколайчук С. А. Монетарний трансмісійний механізм в Україні: SVAR підхід. *Світ фінансів. Тернопільський державний економічний університет*. 2006. Випуск 4(9). С. 102-117.

6. Оліскевич М. О., Козицький В. А. Структурна коінтеграційна модель українського ринку праці. *Актуальні проблеми економіки*. 2015. № 6. С. 444-456.
7. Баженова Ю. В. Моделювання впливів монетарної та фіскальної політики на економіку України за допомогою відкритої динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги. *Економіка та держава*. 2009. №7. С.33-36. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2009_7_10
8. Pesaran, M. H. Modelling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconometric model. *Journal of Business and Economics Statistics*. 2004. Vol. 22. № 2. P. 129-162.
9. Di Mauro, F. & Pesaran, M. H. *The GVAR Handbook: Structure and applications of a macro model of the global economy for policy analysis*. Oxford University Press. 2013. 286 p.
10. Fornari, F & Stracca, L. What does a financial shock do? First international evidence. *Economic Policy*. 2012. Vol. 27, Issue 71, pp. 407-445.
11. Jermann, U & Quadrini V. Macroeconomic effects of financial shocks. *American Economic Review*. 2012. 102(1):238-71 URL: <http://users.cla.umn.edu/~erm/data/sr545/Extension/jq/data/manuscript.pdf>
12. Jaccard, I. Asset pricing and the propagation of financial shocks. *ECB, Working Paper Series*. No 2150/May 2018. URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2150.en.pdf>
13. Guryanova, L. S., Klebanova, T. S., Milevskiy, S. V., Nepomnyaschiy, V. V., Rudachenko O. A. *Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics*. URL: <http://fkd.org.ua/article/download/110179/105448>
14. Черняк О.І., Хом'як В.Р. Криза платіжного балансу: фактори, індикатори та способи попередження. *Економіка і прогнозування*. 2011. №4. С. 27-37
15. Гур'янова Л. С. *Моделювання збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів*: монографія. Бердянськ.ФОП Ткачук О.В. 2013. 406 с.
16. Матеріали сайту Минфин. *index.minfin.com.ua*: сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/economy/index/inflation/>
17. Матеріали сайту UNECE. *w3.unece.org*: сайт. URL: <https://w3.unece.org/PXWeb/ru/Charts?IndicatorCode=4>
18. Последние данные по торговому балансу в еврозоне. *take-profit.org*: сайт. URL: <https://take-profit.org/statistics/balance-of-trade/euro-area/>
19. Державна служба статистики України. Зовнішньоекономічна діяльність. *ukrstat.gov.ua*: сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
20. Реагирование на кризис, связанный с пандемией COVID-19, в странах восточного партнерства. *www.oecd.org*: сайт. URL: <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Covid-19-crisis-response-in-eu-eastern-partner-countries-RUS.pdf>.

References

1. World Economic Outlook Update, June 2020. *www.imf.org*: Website. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020> [in English].
2. NBU zberih prohnoz spadu VVP u 2020 rotsi na 6% [The NBU maintained the forecast of GDP decline in 2020 by 6%]. *www.epravda.com.ua*: Website. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/news/2020/10/22/666521> [in Ukrainian].
3. Lukyanenko, I.G. (2011). Modelyuvannya vplyvu zminy monetarnykh rezhymiv na finansovo-ekonomichnyy rozvytok krayin iz perekhidnoyu ekonomikoyu [Modeling the impact of changes in monetary regimes on the financial and economic development of countries with economies in transition]. *Економіка і прогнозування. - Economics and forecasting*, 2, 130-151. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/econprog_2011_2_14 [in Ukrainian].
4. Lukyanenko, I.G. (2011). Metody stres-testuvannya finansovoyi stiykosti pidpryemstv Ukrayiny [Methods of stress testing of financial stability of Ukrainian enterprises]. *BIZNESINFORM – BUSINESSINFORM*, 11, 57-64. [in Ukrainian].

5. Nikolaychuk, S.A. (2006). Monetarnyy transmisivnyy mekhanizm v Ukrayini: SVAR pidkhid [Monetary transmission mechanism in Ukraine: SVAR approach]. *Svit finansiv - World of Finance. Ternopil's'kyi derzhavnyi ekonomichnyi universytet, - Ternopil State University of Economics*. 4(9), 102-117. [in Ukrainian].
6. Olishevych, M.O. & Kozitsky V.A. (2015). Strukturna kointegratsiyna model' ukrayins'koho rynku pratsi [Structural cointegration model of the Ukrainian labor market]. *Aktual'ni problemy ekonomiky. - Current economic problems*, 6, 444-456. [in Ukrainian].
7. Bazhenova, Yu. V. (2009). Modelyuvannya vplyviv monetarnoyi ta fiskal'noyi polityky na ekonomiku Ukrayiny za dopomohoyu vidkrytoyi dynamichnoyi stokhastichnoyi modeli zahal'noyi rivnovahy [Modeling of influences of monetary and fiscal policy on the economy of Ukraine with the help of open dynamic stochastic model of general equilibrium]. *Ekonomika ta derzhava. - Economy and state*, 7, 33-36. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2009_7_10 [in Ukrainian].
8. Pesaran, M. H. (2004). Modelling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconometric model. *Journal of Business and Economics Statistics*. Vol. 22, № 2, 129–162. [in English].
9. Di Mauro, F. & Pesaran, M. H. (2013). *The GVAR Handbook: Structure and applications of a macro model of the global economy for policy analysis*. Oxford University Press, 286 p. [in English].
10. Fornari, F & Stracca, L. (2012). What does a financial shock do? First international evidence. *Economic Policy*, Vol. 27, Issue 71, 407–445. [in English].
11. Jermann, U & Quadrini V. (2012) Macroeconomic effects of financial shocks. *American Economic Review*. 102(1): 238-71 Retrieved from <http://users.cla.umn.edu/~erm/data/sr545/Extension/jq/data/manuscript.pdf> [in English].
12. Jaccard, I. (May 2018). Asset pricing and the propagation of financial shocks. *ECB, Working Paper Series*. No 2150 URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2150.en.pdf> [in English].
13. Guryanova, L. S. & Klebanova, T. S. & Milevskiy, S. V. & Nepomnyaschiy, V. V. & Rudachenko O. A. *Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics*. URL: <http://fkd.org.ua/article/download/110179/105448> [in English].
14. Chernyak, O. I. & Homyak, V.R. (2011). Kryza platizhnoho balansu: factory, indykatory ta sposoby poperedzhennya [Balance of payments crisis: factors, indicators and methods of prevention]. *Ekonomika i prohozuvannya. - Economics and forecasting*. №4, 27-37. [in Ukrainian].
15. Guryanova, L. S. (2013). *Modelyuvannya zbalansovanoho sotsial'no-ekonomichnoho rozvytku rehioni [Modeling of balanced socio-economic development of regions]*. Monograph. Berdyansk. FOP Tkachuk OV, 406. [in Ukrainian].
16. Materialy sayta Minfin [Materials of the website of the Ministry of Finance]. index.minfin.com.ua: Website. Retrieved from <https://index.minfin.com.ua/economy/index/inflation> [in Ukrainian].
17. Materialy sayta UNECE [Materials of the UNECE website]. w3.unece.org: Website. Retrieved from <https://w3.unece.org/PXWeb/ru/Charts?IndicatorCode=4> [in English].
18. Posledniye dannyye po tovgovomu balansu v yevrozone [The latest data on the trade balance in the euro area]. take-profit.org: Website. Retrieved from <https://take-profit.org/statistics/balance-of-trade/euro-area> [in Russian].
19. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny. Zovnishn'oeconomichna diyal'nist' [State Statistics Service of Ukraine. Foreign economic activity]. ukrstat.gov.ua: Website. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
20. Reagirovaniye na krizis, svyazanny s pandemiyey COVID-19, v stranakh vostochnogo partnerstva [Response to the COVID-19 crisis in the Eastern Partnership countries]. www.oecd.org: Website. Retrieved from <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Covid-19-crisis-response-in-eu-eastern-partner-countries-RUS.pdf> [in Russian].