

Аналіз зміни поведінки складних динамічних систем

На основі квартальних даних про валовий внутрішній продукт України за 2012-2020 роки (табл. 1) розрахувати характеристики швидкості та інтенсивності динаміки та провести інтерпретацію отриманих результатів.

Таблиця 1

Валовий внутрішній продукт України за 2012-2020 роки

Період		Номер часового періоду, t	Валовий внутрішній продукт, млрд. грн.
2012 рік	I квартал	1	44,132
	II квартал	2	50,117
	III квартал	3	65,067
	IV квартал	4	66,494
2013 рік	I квартал	5	52,583
	II квартал	6	60,798
	III квартал	7	75,812
	IV квартал	8	78,151
2014 рік	I квартал	9	66,981
	II квартал	10	78,607
	III квартал	11	99,405
	IV квартал	12	100,120
2015 рік	I квартал	13	88,104
	II квартал	14	101,707
	III квартал	15	122,861
	IV квартал	16	128,780
2016 рік	I квартал	17	106,348
	II квартал	18	126,319
	III квартал	19	152,406
	IV квартал	20	159,080
2017 рік	I квартал	21	139,444
	II квартал	22	166,869
	III квартал	23	199,535
	IV квартал	24	214,883

Продовження табл. 1

Період		Номер часового періоду, t	Валовий внутрішній продукт, млрд. грн.
2018 рік	I квартал	25	191,459
	II квартал	26	236,033''
	III квартал	-У27	276,451
	IV квартал	28	244,113
2019 рік	I квартал	29	189,028
	II квартал	30	214,103
	III квартал	31	250,306
	IV квартал	32	259,908
2020 рік	I квартал	33	219,428
	II квартал	34	260,150
	III квартал	35	304,709
	IV квартал	36	310,320

За базу порівняння при розрахунку базових характеристик динаміки показника беремо початковий рівень ряду - величину валового внутрішнього продукту за I квартал 2012 року. Результати розрахунку характеристик швидкості та інтенсивності динаміки наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристики швидкості та інтенсивності динаміки ВВП України за 2012-2020 роки

Час	Валовий внутрішній продукт, млрд. грн.	Абсолютний приріст		Темп зростання		Темп приросту		Абсолютне прискорення	Відносне прискорення
		баз.	ланц.	баз.	ланц.	баз.	ланц.		
0	44,132	-	-	-	-	-	-	-	-
1	50,117	5,985	5,985	1,1356	1,1356	0,1356	0,1356	8,965	1,4979
2	65,067	20,935	14,950	1,4744	1,2983	0,4744	0,2983	-13,523	-0,9045
3	66,494	22,362	1,427	1,5067	11,0219	0,5067	0,0219	-15,338	-10,7484
4	52,583	8 451	-13,911	1,1915	0,7908	0,1915	-0,2092	22,126	-1,5905
5	60,798	16,666	8,215	1,3776	1,1562	0,3776	0,1562	6,799	0,8276
6	75,812	31,680	15,014	1,7178	1,2469	0,7178	0,2469	-12,675	-0,8442
7	78,151	34,019	2,339	1,7708	1,0309	0,7708	0,0309	-13,509	-5,7755
8	66,981	22,849	-11,170	1,5177	0,8571	0,5177	-0,1429	22,796	-2,0408
9	78,607	3A475	11,626	1,7812	1,1736	0,7812	0,1736	9,172	0,7889

Продовження табл. 2

Час	Валовий внутрішній продукт, млрд. грн.	Абсолютний приріст		Темп зростання		Темп приросту		Абсолютне прискорення	Відносне прискорення
		баз.	ланц.	баз.	ланц.	баз.	ланц.		
10	99,405	55,273	20,798	2,2524	1,2646	1,2524	0,2646	-20,083	-0,9656
11	100,120	55,988	0,715	2,2686	1,0072	1,2686	0,0072	-12,731	-17,8056
12	88,104	42,972	-12,016	1,9964	0,8800	0,9964	-0,1200	25,619	-2,1321
13	101,707	57,575	13,603	2,3046	1,1544	1,3046	0,1544	7,551	0,5551
14	122,861	70,729	21,154	2,7839	1,2080	1,7839	0,2080	-15,235	-0,7202
15	128,780	84,648	5,919	2,9181	1,0482	1,9181	0,0482	-28,351	-4,7898
16	106,348	62,216	-22,432	2,4098	0,8258	1,4098	-0,1742	42,403	-1,8903
17	126,319	82,187	19,971	2,8623	11,1878	1,8623	0,1878	6,116	0,3062
18	152,406	105,274	26,087	3,4534	11,2065	2,4534	0,2065	-19,413	-0,7442
19	159,080	114,948	6,674	3,6046	1,0438	2,6046	0,0438	-26,310	-3,9422
20	139,444	95,312	-19,636	3,1597	0,8766	2,1597	-0,1234	47,061	-2,3967
21	166,869	122,737	27,425	3,7811	1,1967	2,7811	0,1967	5,241	0,1911
22	199,535	155,403	32,666	4,5213	11,1958	3,5213	0,1958	-17,318	-0,5302
23	214,883	170,751	15,348	4,8691	1,0769	3,8691	0,0769	-38,772	-2,5262
24	191,459	147,327	-23,424	4,3383	0,8910	3,3383	-0,1090	67,998	-2,9029
25	236,033	191,901	44,574	5,3483	1,2328	4,3483	0,2328	-4,156	-0,0932
26	276,451	232,319	40,418	6,2642	1,1712	5,2642	0,1712	-72,756	-1,8001
27	244,113	199,981	-32,338	5,5314	0,8830	4,5314	-0,1170	-22,747	0,7034
28	189,028	144,896	-55,085	4,2832	0,7743	3,2832	-0,2257	80,160	-1,4552
29	214,103	169,971	25,075	4,8514	1,1327	3,8514	0,1327	11,128	0,4438
30	250,306	206,174	36,203	5,6718	1,1691	4,6718	0,1691	-26,601	-0,7348
31	259,908	215,776	9,602	5,8893	1,0384	4,8893	0,0384	-50,082	-5,2158
32	219,428	175,296	-40,480	4,9721	0,8443	3,9721	-0,1557	81,202	-2,0060
33	260,150	216,018	40,722	5,8948	1,1856	4,8948	0,1856	3,837	0,0942
34	304,709	260,577	44,559	6,9045	1,1713	5,9045	0,1713	-38,948	-0,8741
35	310,320	266,188	5,611	7,0316	1,0184	6,0316	0,0184	-	

Проведемо інтерпретацію отриманих результатів

Базовий абсолютний приріст, який відповідає, наприклад, III кварталу 2019 року, $d_{30/0} = 250,306 - 44,132 = 206,174$ показує, що в цьому кварталі величина валового внутрішнього продукту зросла на 206,174 млрд. грн. порівняно з I кварталом 2012 року. Ланцюговий абсолютний приріст в цьому часовому періоді дорівнює $d_{30/29} = 250,306 - 214,103 = 36,203$, тобто в III кварталі 2019 року величина валового внутрішнього продукту зросла на 36,203 млрд. грн. порівняно з попереднім кварталом. Варто зауважити, що знаки

базового і ланцюгового абсолютних приростів не обов'язково співпадають, наприклад, для I кварталу 2020 року базовий абсолютний приріст становив 175,296 млрд. грн. ($d_{32/0} = 175,296$), в той час як ланцюговий показував зменшення рівня динамічного ряду на 40,480 млрд. грн. ($d_{32/31} = -40,480$).

Базовий темп зростання в III кварталі 2019 року дорівнює $\eta_{30/29} = \frac{250,306}{44,132} = 5,6718$, тобто величина валового внутрішнього продукту в цьому кварталі зросла в 5,6718 разів порівняно з I кварталом 2012 року. Ланцюговий темп зростання в цьому часовому періоді дорівнює $\eta_{30/29} = \frac{250,306}{214,103} = 1,1691$, тобто величина валового внутрішнього продукту в цьому кварталі зросла в 1,1691 рази порівняно з попереднім кварталом цього ж року.

Базовий темп приросту в III кварталі 2019 року дорівнює $\rho_{30/0} = \frac{250,306 - 44,132}{44,132} = 4,6718$, тобто величина валового внутрішнього в цьому кварталі зросла на 467,18 % порівняно з I кварталом 2012 року. Ланцюговий темп приросту в цьому часовому періоді дорівнює $\rho_{30/29} = \frac{250,306 - 214,103}{214,103} = 0,1691$, тобто величина валового внутрішнього продукту в цьому кварталі зросла на 16,91 % порівняно з попереднім кварталом цього ж року.

Абсолютне прискорення в III кварталі 2019 року дорівнює $\phi_{30} = 9,602 - 36,203 = -26,601$, а це значить, що відбувалося уповільнення динаміки, тобто ланцюговий абсолютний приріст в сьомому часовому періоді (IV квартал 2019 року) зменшився на 26,601 млрд. грн. порівняно з попереднім періодом (про це свідчить від'ємний знак абсолютного прискорення).

Відносне прискорення в III кварталі 2019 року дорівнює $\chi_{30} = \frac{-26,601}{36,203} = -0,7348$, тобто ланцюговий абсолютний приріст в 31 часовому періоді зменшився на 73,48% порівняно з попереднім періодом.

Провівши графічний аналіз досліджуваного показника, можна констатувати, що на динаміку валового внутрішнього продукту України значний вплив мають сезонні чинники (рис. 1). Загалом можна відмітити, що протягом досліджуваного періоду часу зміна величини валового внутрішнього

продукту носила циклічний характер. Зокрема, кожного року в IV кварталі величина ВВП зростала повільніше, ніж в II та III кварталах. А в I кварталі кожного року величина валового внутрішнього продукту була меншою, ніж в попередній період, про що свідчать ланцюгові абсолютні прирости.

Валовий внутрішній продукт України



Рис. 1. Динаміка ВВП України за 2012-2020 роки

Для базових та ланцюгових абсолютних показників справедливі такі правила взаємного переходу:

1. Сума послідовних ланцюгових приростів дорівнює базовому абсолютному приросту:

$$\sum_{t=1}^l \delta_{t/t-1} = \sum_{t=1}^l (Q_t - Q_{t-1}) = Q_l - Q_0 = \delta_{l/0} \quad l=2, T$$

2. Різниця між наступним і попереднім базовими абсолютними приростами дорівнює відповідному ланцюговому абсолютному приросту:

$$\delta_{t/0} - \delta_{t-1/0} = (Q_t - Q_0) - (Q_{t-1} - Q_0) = (Q_t - Q_{t-1}) = \delta_{t/t-1}$$

3. Добуток послідовних ланцюгових темпів зростання дорівнює базовому темпу зростання:

$$\prod_{t=1}^l n_{t/t-1} = \prod_{t=1}^l \frac{Q_t}{Q_{t-1}} = \frac{Q_l}{Q_0} = n_{l/0}$$

Наслідок. Будь-який член динамічного ряду можна виразити через Q_0 та ланцюгові темпи зростання:

$$Q_l = Q_0 \prod_{t=1}^l \eta_{t/t-1}$$

4. Частка від ділення наступного базового темпу зростання на попередній дорівнює відповідному ланцюговому темпу зростання:

$$\frac{\eta_{t/0}}{\eta_{t-1/0}} = \frac{\frac{Q_t}{Q_0}}{\frac{Q_{t-1}}{Q_0}} = \frac{Q_t}{Q_{t-1}} = \eta_{t/t-1}$$

Правила взаємного переходу між базовими та ланцюговими показниками справджуються завдяки адитивності абсолютних приростів та мультиплікативності ланцюгових темпів зростання.

Ланцюгові темпи приросту не володіють властивістю мультиплікативності.