

МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНОГО СТАНУ УКРАЇНИ: ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СЕКТОРІВ ЕКОНОМІКИ

УДК 338.27

Павліченко П.В.
студентка 1 курсу другого
магістерського рівня вищої освіти
факультету економічної інформатики
ХНЕУ ім. С.Кузнеця

Анотація. Прогнозування майбутнього як окреме явище існувало в усі часи, але на сьогоднішній день воно стало невід'ємним етапом в управлінні складними системами. З боку соціально-економічних процесів, актуальним є розгляд статистичних та економіко-математичних методів побудови моделей макроекономічного розвитку, а також вибір тих з них, які найбільш доцільно використовувати з метою здобуття якісного прогнозу в умовах значної нестабільності світового простору. У статті представлено обґрунтування вибору методу моделювання, а саме адаптивних моделей прогнозування на прикладі основних показників розвитку ключових секторів економіки України.

Ключові слова: макроекономічне прогнозування, адаптивні моделі, метод експонціального згладжування, економічний розвиток.

Аннотация. Прогнозирование будущего как отдельное явление существовало во все времена, однако на сегодняшний день оно стало неотъемлемым этапом в управлении сложными системами. Со стороны социально-экономических процессов, актуальным является рассмотрение статистических и экономико-математических методов построения моделей макроэкономического развития, а также выбор тех из них, которые наиболее целесообразно использовать с целью получения качественного прогноза в условиях нестабильности мирового пространства. В статье представлено обоснование выбора метода моделирования, а именно, адаптивных моделей прогнозирования на примере основных показателей развития ключевых секторов экономики Украины.

Ключевые слова: макроэкономическое прогнозирование,

адаптивные модели, метод экспонциального сглаживания, экономическое развитие.

Annotation. Forecasting as a separate phenomenon has existed at all times, but today it has become an integral part of the management of complex systems. On the part of socio-economic processes, it is important to consider statistical and economic-mathematical methods of building models of macroeconomic development, as well as the choice of those that are most appropriate to use for obtaining a qualitative forecast in the instability of the world. The article presents the rationale for the choice of forecasting method by adaptive models on the example of the main indicators of economic development of Ukraine.

Keywords: macroeconomic forecasting, adaptive models, exponential smoothing method, economic development.

За останні століття прогнозування, з унікальної здатності окремої людини, що не піддається аналізу, вийшло на рівень наукової обґрунтованості та, як наслідок, певної методології. Його виняткова роль незмінно зростає в зв'язку з прискоренням мінливості навколишнього середовища, зростаючою невизначеністю життя. Значно мірою це стосується світового економічного простору 21 століття, який вже характеризується глобальною нестабільністю [1].

В умовах комплексних глобалізаційних зв'язків, коли деструктивні чинники в окремій державі провокують нестабільність функціонування всіх учасників економічного простору в тісному зв'язку з їх внутрішніми протиріччями, особливого значення набуває здатність теоретичної та практичної науки точно оцінювати наявний стан соціально-економічних процесів, давати адекватний прогноз відносно їх динаміки з метою своєчасного управлінського впливу, що неможливо без аргументованого вибору ефективних економіко-математичних методів і моделей прогнозування. Це завдання актуально й для України, де трансформаційний стан економіки та перманентні кризові явища, що виникають як поза її системи, так і усередині, потребують ретельного підбору найбільш доцільного методу, що віддзеркалюють таку специфіку функціонування.

Доцільність макроекономічного прогнозування соціально-

економічних процесів, а також проблема вибору методів прогнозування розкриваються у роботах таких вітчизняних і зарубіжних вчених, як Т.С. Вакарчук, Л.М. Чайникова, М.І. Ліндін, О.П. Ростова, О.В. Раєвнєва, О.Ю. Бобровська, К.Б. Корєєві, О.О. Фурсін та інших.

Метою даної статті є обґрунтування вибору адаптивних моделей експоненціального згладжування для макроекономічного прогнозування розвитку країни в умовах нестабільності внутрішнього і зовнішнього середовища.

Висока невизначеність та флуктуаційність змін економічних процесів, що характерні для нестабільних економічних систем, притаманних перехідним та молодим ринковим економікам, до яких відноситься й Україна, потребує особливих методів та інструментів передбачення майбутніх трендів розвитку країни. В цих умовах, стає необхідним врахування не тільки сформованої тенденції, так і флуктуаційних змін останніх рівнів ряду, оскільки саме на них спрямовуються інструменти управління. Виходячи з цього, ефективними моделями прогнозування є адаптивні моделі експоненціального згладжування, що враховують еволюцію існуючих характеристик процесу та адаптуються під цю динаміку [2, 3]. Крім того, процес прогнозування повинний враховувати не тільки загальну тенденцію розвитку, а також інші складові, що можуть бути як явними, так й латентними.

Моделі експоненціального згладжування дають можливість вибору таких компонент, що мають вагу в динаміці часового ряду. Існують наступні види моделей: без урахування тренду, з лінійним, експоненціальним або демпфірованим трендом, кожна з яких може мати адитивну або мультиплікативну сезонність.

Оскільки передбачається, що всі зазначені показники містять у своїй динаміці як трендову, так і сезонну складові, то формальний вид моделі експоненціального згладжування матиме вигляд [4]:

$$\text{Оцінка поточного рівня: } L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} - T_{t-1})$$

$$\text{Оцінка тренду: } T_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$$

$$\text{Оцінка сезонності: } S_t = \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \delta)S_{t-s}$$

Значення прогнозного періоду: $\hat{y}_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p}$

де L_t, L_{t-1} – поточне та попереднє згладжене значення часового ряду;

Y_t – поточне вихідне значення ряду;

T_t, T_{t-1} – поточне та попереднє згладжене значення трендового фактору;

S_t, S_{t-s} – поточне та з попереднього сезонного циклу згладжене значення сезонного фактору, s – тривалість періоду сезонного коливання;

p – період прогнозу;

α – параметр згладжування часового ряду, δ – параметр згладжування сезонного фактору, γ – параметр згладжування трендового фактору.

Оптимальний підбір моделі прогнозування, як і надійність його результатів, оцінюється точністю прогнозу. Одним з найкращих параметрів оцінки є середня абсолютна процентна помилка (далі MAPE). Прогнозні значення вважаються доцільними, якщо $MAPE < 10\%$.

Таким чином, базовим завданням прогнозування за адаптивними моделями експоненціального згладжування є правильний підбір виду компонент і параметрів згладжування або параметрів адаптації моделі. Стосовно виду складових це вирішується візуальним аналізом і декомпозицією динамічного ряду. З іншого боку, підбір параметрів є питанням правильної оптимізації моделі, найбільш якісні значення яких можна визначити за оцінками точності прогнозу.

Параметри знаходяться в однакових інтервалах від 0 до 1 та в цьому діапазоні змінюється їх вплив на моделювання досліджуваного процесу. Так, параметр α визначає, вплив яких рівнів буде сильніше на період прогнозу. Якщо $\alpha \rightarrow 0$, то акцент ставиться на сформовану, генетичну тенденцію розвитку ряду; якщо $\alpha \rightarrow 1$ пріоритетними за впливом є кінцеві значення ряду.

Параметр δ вказує на стійкість коливання періодичної складової динаміки. Якщо $\delta \rightarrow 0$, він свідчить про її однорідність, тобто коливання залишаються такими ж, як і в минулому; якщо $\delta \rightarrow 1$, тим більший вплив надаватимуть на компоненту помилки ряду.

Параметр γ також визначає стійкість, але трендової компоненти. Якщо $\gamma \rightarrow 0$, то тренд постійний на всьому досліджуваному періоді. В разі $\gamma \rightarrow 1$, є суттєві розбіжності в його значеннях[2].

Оскільки модель макроекономічного розвитку держави передбачає розгляд соціально-економічної системи загалом, то вибір показників для прогнозу повинні якісно-кількісно відображати вектор руху як всієї держави, так і окремих її елементів – в даному дослідженні це сектори національної економіки. На сьогоднішній день, основним індикатором країни прийнято вважати внутрішній валовий продукт (далі ВВП), що демонструє силу економіки, її потужність, та є підсумковою оцінкою економічної діяльності в цілому.

Спираючись на класифікацію видів економічної діяльності КВЕД-2010 [5], виділяються такі загальні сектори економіки України (рис. 1.2).

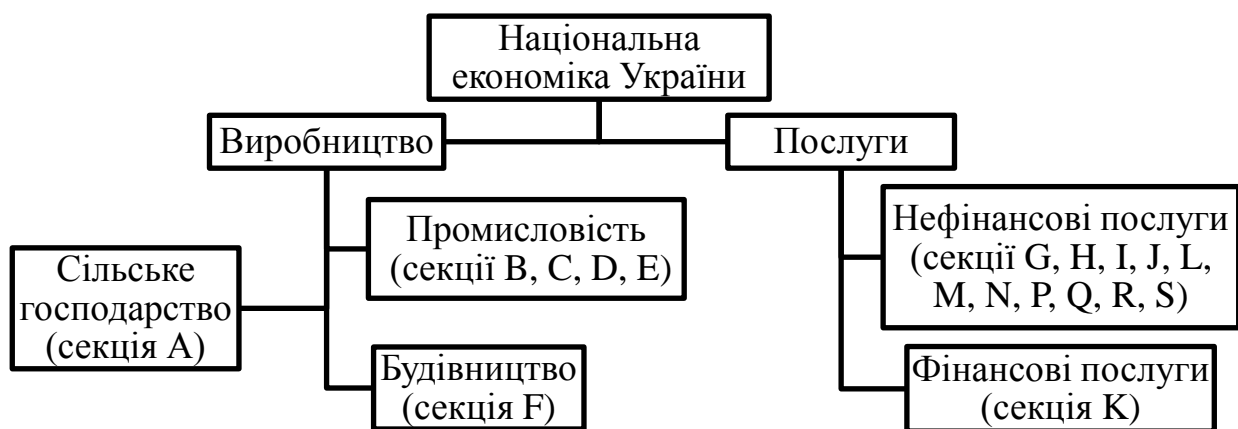


Рис. 1. Структура економіки України

В якості показників розвитку секторів пропонується використовувати валову додану вартість (далі ВДВ), що розглядається як міра внеску окремого виробника, галузі або сектора у ВВП країни. У разі промисловості і нефінансових послуг, ВДВ розраховується як сумарні значення відповідних секторів в певний проміжок часу. Саме за ВДВ секторів, як складовими ВВП країни за виробничим методом, можна розглянути, як тенденції та флуктуації динаміки кожної з них впливають на загальну траєкторію руху економіки України.

Інформаційний простір дослідження формують часові ряди за період 2010-2018 років у кварталному розрізі [6]. Так, один часовий ряд містить у собі 36 точок, що є достатнім для розробки короткострокового прогнозу з періодом попередження у 4 точки, тобто на чотири квартали 2019 року. Для зіставлення значень у часі та усунення впливу

інфляційних процесів, показники надані у постійних цінах 2010 року.

Експоненціальне згладжування та прогнозування досліджуваних рядів проводиться в пакеті Statistica – Time series/Forecasting – Exponential smoothing & forecasting. Підбір параметрів згладжування проводиться автоматичним пошуком (automatic estimation), де найбільш оптимізованої моделлю є та, що має мінімальну MAPE.

У таблиці 1 представлені результати перебору всіх можливих адаптивних моделей з їх характеристиками для показника ВВП (без урахування моделей з демпфірованим трендом).

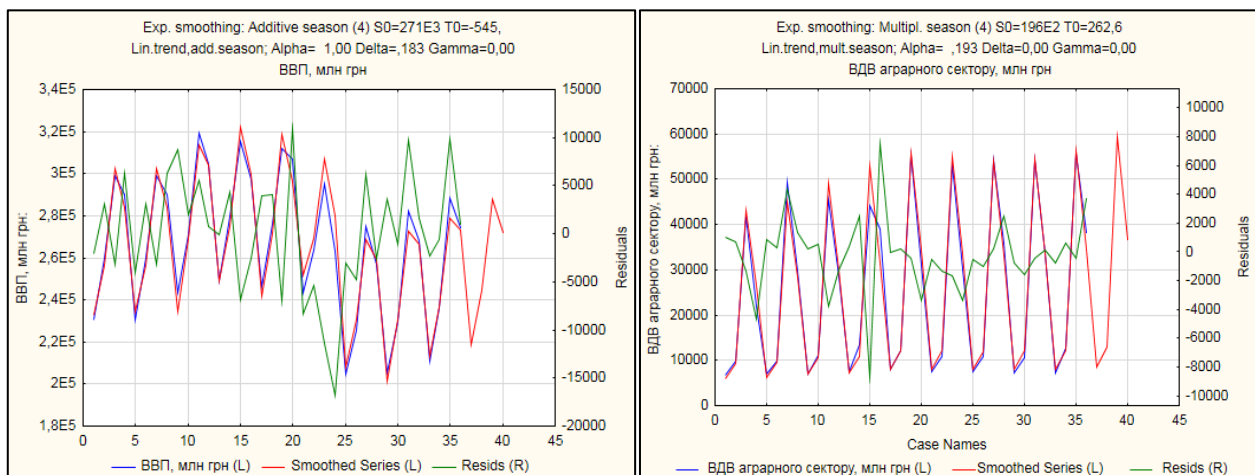
Таблиця 1

Результати підбору оптимальної адаптивної моделі для показника ВВП

№ моделі	Вид тренду	Вид сезонності	Параметри згладжування			MAPE, %
			альфа	дельта	гамма	
1	без тренду	адитивна	1	0	–	1,814
2	без тренду	мультиплікативна	0,988	0	–	2,013
3	лінійний	адитивна	1	0,183	0	1,809
4	лінійний	мультиплікативна	1	0,123	0	2,018
5	експоненційний	адитивна	0,965	0	0	1,816
6	експоненційний	мультиплікативна	1	0	0	2,002

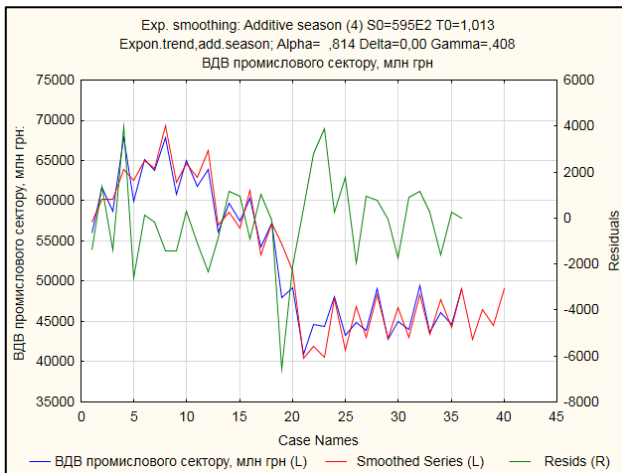
Отже, незважаючи на невелику різницю в оцінці точності отриманих моделей за критерієм MAPE, можна говорити про те, що найбільш оптимальною з них є та, яка вказує на наявність в динаміці ВВП лінійного тренду і адитивної сезонності (MAPE=1,809%). Відповідно підібрані адаптивні моделі експоненціального згладжування для інших показників.

Графічні вирази згладжених та прогнозних значень ВВП та ВДВ галузей на рис. 2.

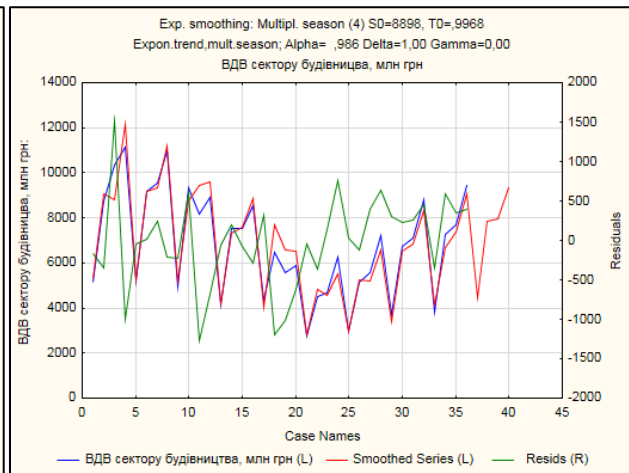


а)

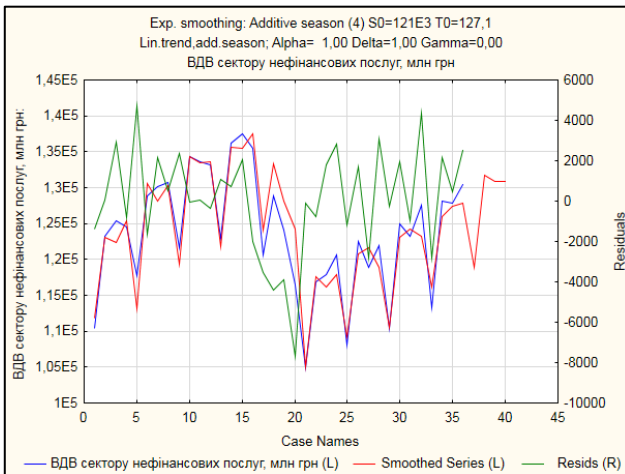
б)



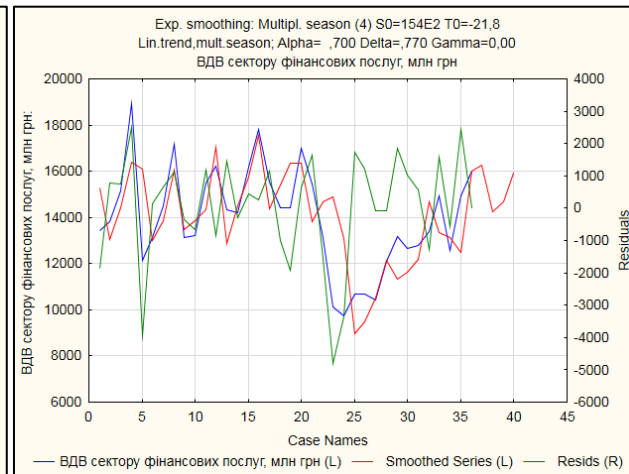
в)



г)



д)



ж)

Рис. 1. Експоненціальне згладжування та прогнозування ВДВ: а) ВВП, б) сільського господарства, в) промисловості, г) будівництва д) нефінансових послуг, ж) фінансових послуг

1. Аналіз та моделювання ВВП.

Оскільки досліджувані показники представлені в постійних цінах 2010 року, то усувається інфляційний вплив на їх динаміку, що дозволяє простежити дійсний характер тенденції рядів. У разі ВВП, параметр γ , що відповідає за згладжування тренду, дорівнює 0, що вказує на його стабільність, незважаючи на значні періодичні коливання. Згідно з графіком фактичних значень, сезонність має адитивний характер і не змінюється з часом, тому прогнозні флуктуації схожі з минулими ($\delta = 0,183$). Зниження вихідних значень у 2016 році (точки 25-29) пов'язано з кризовими явищами, що протікали в Україні в той час. Проте, на сьогодні

можна говорити про поступову стабілізацію національної економіки; відповідно в прогнозі більш впливовими є поточні рівні ряду, які відзначають зростання значень ВВП. Прогноз на 2019 рік зберігає цю тенденцію ($\alpha = 1$).

2. Аналіз та моделювання ВДВ сільського господарства.

Великий розмах коливань даного показника безпосередньо пов'язаний з його сезонною специфікою – так, третій квартал постійно містить максимум значень, що припадає на пік сільськогосподарської діяльності (липень, серпень, вересень), а мінімальні рівні збігаються з 4 зимовим кварталом. З цього також випливає, що сезонність має мультиплікативний характер, оскільки розмах між значеннями збільшується з позитивним розвитком даної галузі. При цьому, коливання стійкі за рахунок уповільненого темпу зростання тренда, який є стабільним протягом 8 досліджуваних років ($\delta = 0$, $\gamma = 0$). Оскільки істотних спадів і підйомів в ряду не відзначається, то можна говорити про суттєвий вплив вже сформованої тенденції розвитку, що пояснює параметр $\alpha = 0,193$ та зростаючі прогнозні значення.

3. Аналіз та моделювання ВДВ промисловості.

Прогнозна модель ВДВ промисловості дає трохи кращі результати при врахуванні експоненціального тренду, через переломну точку в динаміці ряду, що припадає на 2016 рік, коли через військові дії на сході України припинили свою діяльність, сконцентровані в даному районі, промислові підприємства держави. Оскільки вказане кризове явище є імпульсним фактором зовнішнього середовища, то пріоритетність в прогнозі віддається поточним значенням ВДВ промисловості, які вказують на стабілізацію тенденції на певному рівні ($\alpha = 0,814$). Істотний спад значень також впливає на збільшений параметр згладжування тренду ($\gamma = 0,408$). Сезонні коливання адитивні і не прив'язані до розвитку показника, а також практично незмінні в своїй амплітуді ($\delta = 0$). Загалом, прогноз на 4 кварталу 2019 року вказує на повторення динаміки останніх років за результатами діяльності даної галузі.

4. Аналіз та моделювання ВДВ будівництва.

Як у випадку промисловості, галузь будівництва схильна до значного впливу кризи 2015-2016 років, після якого, на даний момент,

відзначається вихід на позитивну тенденцію. З цього випливає вагомість поточних значень ряду на формування прогнозової тенденції ($\alpha = 0,986$). Врахування експоненціальної трендової складової дозволяє описати різкий спад значень до точки перелому, не занижуючи теоретичні значення ряду на наступний період, що співвідноситься з фактичними даними. Так, тренд є стійким ($\gamma = 0$). Будівництво, як і сільське господарство, в своєму функціонуванні пов'язане з сезонністю, що помітно за його мультиплікативним характером динаміки. При падінні значень ВДВ, коливання скорочують свій діапазон, а при збільшенні, навпаки, істотно розширюють, що говорить про нерівномірність сезонної компоненти ($\delta = 1$).

5. Аналіз та моделювання ВДВ нефінансових послуг.

Можна зазначити істотний факт наявності стрімкого та стійкого зростання значень ВДВ цієї галузі після переломного спаду, що з урахуванням лінійного тренду, робить прогнозні оцінки відповідними поточній тенденції ряду ($\alpha = 1$, $\gamma = 0$). Сезонні коливання, що не залежать від динаміки показника, а отже є адитивними, вказують на існування нерівномірності в їх прояві. Надання послуг є цілорічною діяльністю, де сезонність спостерігається тільки в першому кварталі з локальними мінімумами сезонного циклу. Другий, третій і четвертий квартали чергуються за розміщенням локального максимуму в значеннях ВДВ, що зазначає вплив неврахованих похибок в коливаннях ($\delta = 1$).

6. Аналіз та моделювання ВДВ фінансових послуг.

Показник ВДВ сектору фінансових послуг є неоднорідним за своєю динамікою, що вказує на існування інших важливих факторів її формування. Так, кращу якість моделі MAPE прогнозу (табл. 3.1) дає врахування у моделі мультиплікативної сезонності, яка, втім, має сильну мінливість сезонних циклів ($\delta = 0,77$). За параметром $\alpha = 0,7$ і $\gamma = 0$ можна говорити про значну вагомість лінійної позитивної тенденції останніх років, що є стабільною після перелому ряду, та прогнозує подальше стрімке зростання значень даного показника.

У табл. 2 надані характеристики розроблених адаптивних моделей та значеннями критерію точності MAPE, що використовувався в процесі підбору оптимальних параметрів.

Таблиця 2.

**Результати підбору адаптивних моделей експоненціального
згладжування**

Показник	Параметри			Вид тренду	Вид сезонності	MAPE
	α	δ	γ			
ВВП	1	0,183	0	лінійний	адитивна	1,81
ВДВ сільського господарства	0,193	0	0	лінійний	мультиплікативна	7,77
ВДВ промисловості	0,814	0	0,408	експоненційний	адитивна	2,68
ВДВ будівництва	0,986	1	0	експоненційний	мультиплікативна	6,23
ВДВ нефінансових послуг,	1	1	0	лінійний	адитивна	1,63
ВДВ фінансових послуг,	0,7	0,77	0	лінійний	мультиплікативна	9,76

Оскільки $MAPE < 10\%$, всі зазначені моделі є точними та можуть використовуватися для отримання адекватних прогнозних оцінок.

У табл. 3 надані прогнозні квартальні та загальні значення на 2019 р. за показниками з темпами зросту у порівнянні з відповідним періодом 2018 року.

Таблиця 3

**Прогнозні оцінки за адаптивними моделями експоненціального
згладжування**

Показник	Період	Прогноз, млн. грн	Темп зросту, %	Показник	Період	Прогноз, млн. грн	Темп зросту, %
ВВП	1 кв	218952,49	103,86	ВДВ будівництва	1 кв	4450,36	117,30
	2 кв	244664,36	103,69		2 кв	7832,44	107,87
	3 кв	287535,25	99,61		3 кв	7929,89	103,03
	4 кв	271989,34	99,20		4 кв	9333,25	98,73
	2019	1023141,45	101,34		2019	29545,95	104,75
ВДВ сільського господарства	1 кв	8455,50	115,64	ВДВ нефінансових послуг	1 кв	118955,01	104,98
	2 кв	12859,56	101,70		2 кв	131665,64	102,72
	3 кв	59425,36	106,54		3 кв	130854,82	102,36
	4 кв	36601,87	95,66		4 кв	130873,41	100,39
	2019	117342,30	102,94		2019	512348,87	102,53
ВДВ промисловості	1 кв	42820,38	98,21	ВДВ фінансових послуг	1 кв	16274,62	108,85
	2 кв	46530,65	100,95		2 кв	14255,48	113,41
	3 кв	44546,93	99,92		3 кв	14693,95	98,43
	4 кв	49127,72	100,02		4 кв	15933,33	99,43
	2019	183025,68	99,80		2019	61157,38	104,59

У порівнянні з 2018 роком, у 2019 році можна відзначити відсутність стабільного зростання прогнозних значень в кварталному розрізі, проте сумарні підсумки у всіх секторах, крім промисловості, підкреслюють наявність позитивної тенденції розвитку, визначувана переважно

останніми рівнями рядів – після кризових явищ 2015-2016 років. У разі промисловості, її сумарна прогнозна ВДВ залишиться майже незмінною (-0,2%), що підтверджується відсутністю суттєвих змін в її динаміці після деструктивного впливу останніх років.

Таким чином, експоненціальне згладжування адаптивними моделями є тим методом, що об'єктивно відображає реально існуючу поведінку та специфіку протікання соціально-економічних процесів, що доцільно використовувати в умовах зростаючої невизначеності внутрішнього та зовнішнього середовища. Підібрані параметри згладжування мають власну інтерпретацію для кожного з показників, а врахування трендової та сезонної компонент дозволяє уникнути суттєвих розбіжностей між фактичними і теоретичними значеннями, що підтверджують малі значення критерію точності MAPE. Отримані прогнозні оцінки вказують на збільшення темпів зростання як ВВП, так і ВДВ галузей в 2019 році в порівнянні з 2018 роком – в постійних цінах 2010 року (крім промисловості, що залишилася на колишньому рівні).

Враховуючи, що соціально-економічна система держави є складною як за кількістю елементів, так і за кількістю та якістю зв'язків між ними, то для здобуття більш повної картини її прогнозного розвитку необхідно проводити аналіз більш довгих часових рядів, а також цілого комплексу показників, які різнобічно характеризують існуючий стан національної економіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Світовий Економічний Форум. Звіт з глобальних ризиків 2019 року. 14 видання / World Economic Forum. The Global Risks Report 2019. 14th Edition – Женева, 2019. – // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf
2. Раєвнева О.В. Управління розвитком підприємства: методологія, механізми, моделі: Монографія - Х.: ВД «ІНЖЕК», 2006. – 496 с.
3. Раєвнева О.В. Статистика: Навчальний посібник / Під ред. д-ра екон. наук, проф. Раєвневої О.В. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2011. – 63-80 с.

4. Хілл, Т., Левицькі Р. Статистика: методи та застосування. StatSoft, Tulsa, OK, 2007. – 196 с.

5. Державна служба статистики України. Діяльність суб'єктів господарювання. Статистичний Збірник. / За редакцією М. Кузнєцової. – Київ, 2018. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zd_2018.pdf

6. Державна служба статистики України. Квартальні розрахунки валового внутрішнього продукту України за 2010-2018 роки. Статистичний Збірник. / За редакцією І.М. Нікітіної. – Київ, 2019.

Виконала студентка
Факультету ЕІ, 1 курсу,
групи 8.04.051.100.19.1

Павліченко П.В.

Науковий керівник, д.е.н., проф.

Раєвнєва О.В.

Завідувач кафедри статистики і
економічного прогнозування,
д.е.н., проф.

Раєвнєва О.В.