

Клименко Л. В., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, l.v.klimenko@nuwm.edu.ua)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКА ІНДЕКСУ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІЧНИХ СФЕР СЕРЕДНІХ МІСТ УКРАЇНИ

У статті викладено дані аналізу та оцінювання станів економічних сфер середніх міст за 12 індикаторами, кількісні значення яких були унормовані у шкалу від 0 до 1,0, з використанням формул для стимуляторів і дестимуляторів. На підставі цих даних був проведений кореляційний аналіз, а на підставі матричних коефіцієнтів встановлені індикатори які результативно впливають на величину індексу розвитку економічних сфер цих міст.

Багатофакторна лінійна регресія, яка описує залежність індексу розвитку економічної сфери середніх міст від 7 індикаторів, що характеризують: x_1 – основні показники економічної активності; x_4 – розвиток підприємства; x_6 , x_7 – інвестиційну активність; x_8 , x_9 – зовнішньо-економічну активність; x_{10} – транспортну активність, при коефіцієнті детермінації 0,999.

При перевірці придатності для використання багатофакторної лінійної регресії встановлено, що розбіжності показників індексів розвитку економічних сфер середніх міст, розрахованих з 12 індикаторів як середньоарифметичне й індексами розвитку економічних сфер цих міст, розрахованих за багатофакторною лінійною регресією не перевищують похибок від 0 до 4,2%.

Отримана математична модель, яка описує вплив індексів розвитку економічних сфер середніх міст на інтегральний індекс сталого розвитку міст має вид прямої лінії з коефіцієнтом кореляції 0,84. Діапазон похибок при порівнянні інтегральних індексів сталого розвитку міст розрахованих з трьох індикаторів розвитку соціальної, економічної, екологічної сфер міст і розрахованих інтегрованих індексів сталого розвитку за залежністю прямої лінії змінювався у межах від 0,2 до 15,4%.

Ключові слова: економічна сфера; індикатори; стимулятори;

дестимулятори; математичні моделі; регресія; коефіцієнти кореляції; коефіцієнти детермінації; похибка.

Постановка проблеми. Відомо, що в економіці міст і регіонів України, тривалий час, особливо під час війни і в умовах перехідного періоду, відбуваються як структурні зміни, так і диференціація рівня розвитку їх екологічних сфер життєдіяльності, що спонукає до пошуку причин їх появи, і насамперед об'єктивного аналізу економічних кількісних і якісних індикаторів та їх врахуванні при оцінюванні рівня розвитку цієї сфери. Таке дослідження доцільно здійснювати на базі індикаторів наведених у статистичній звітності, які характеризують показники, а саме: економічної діяльності, бюджетні, розвитку підприємництва, інноваційної, інвестиційної, зовнішньо-економічної, транспортної активності [1]. Своєю чергою використання цих індикаторів дозволить при вивченні динаміки їх змін у часі розробити математичні моделі прогнозування їхніх змін у ближчій перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методологія прогнозування економічного розвитку міст подібна до методології прогнозування розвитку регіону. Водночас вона має ряд особливостей, що обумовлені необхідністю об'єктивно оцінювати та передбачати зміну кількісних характеристик індикаторів, які є унікальними для певних груп міст малих, середніх, великих.

Вирішенню проблематики прогнозування соціо-економіко-екологічного розвитку регіонів присвячено численні наукові публікації, в яких досліджувалися моделі і методи соціально-економічного прогнозування [2], моделювання страхового механізму [3], узагальненої моделі розвитку економіки [4; 5], моделювання у розв'язанні проблем сталого розвитку територій і регіону [6–9].

Аналіз цих наукових праць засвідчує, що більшість розглянутих моделей були присвячені прогнозуванню розвитку регіонів і не були спрямовані на розробку моделей прогнозування розвитку економічної сфери міст.

Відтак, для розробки моделі прогнозування розвитку економічної сфери міст виникає потреба в проведенні аналітичних досліджень, які передбачають, а саме: розрахунку індексів розвитку економічних сфер міст; установлення впливу індикаторів на величину показника індексу розвитку економічної сфери; розроблення моделі прогнозування величини інтегрального індексу сталого розвитку міста за показниками індексу розвитку економічної сфери. Актуальність цієї проблеми і зумовили вибір теми досліджень.

Мета роботи полягала в розробці математичної моделі прогнозування розвитку економічної сфери середніх міст України. Досягнення мети передбачало виконання наступних завдань: вибір індикаторів для характеристики економічних сфер міст, переведення індикаторів у нормовану шкалу від 0 до 1,0, розрахунок індексів розвитку економічних сфер (IPEC) середніх міст, розрахунок багатфакторної лінійної регресії для оцінки станів економічних сфер середніх міст, розрахунок інтегральних індексів сталого розвитку міст за показниками індексів розвитку економічних сфер середніх міст.

Об'єкт дослідження. Процеси змін, які відбуваються в економічних сферах життєдіяльності середніх міст.

Предмет дослідження. Індикатори, які характеризують стани економічних сфер середніх міст, математичні моделі, які характеризують залежність індексів розвитку економічних сфер середніх міст від індикаторів їх життєдіяльності та залежність інтегрального індексу сталого розвитку міст від індексів розвитку економічних сфер.

Методи і методики проведення досліджень. При проведенні досліджень використовувались методи: ретроспективного аналізу первинних статистичних індикаторів; порівнянь; кореляційного і регресійного аналізу з використанням програм Microsoft Excel та Statistics. Оцінку рівня економічного розвитку міст здійснювали зведенням унормованих індикаторів у шкалу від 0 до 1,0 в індекс розвитку економічних сфер середніх міст (як середньоарифметичного); оцінку інтегрального індексу сталого розвитку міст розраховували як середньоарифметичне з трьох індексів розвитку соціальної, економічної, екологічної сфер середніх міст.

Результати досліджень. Аналіз та оцінювання станів економічних сфер середніх міст проводили за наступними критеріями: основних показників економічної діяльності (два індикатори); бюджетної самодостатності (один індикатор); розвитку підприємництва (один індикатор); інвестиційної активності (два індикатори); інноваційної активності (один індикатор); зовнішньоекономічної активності (чотири індикатори); транспортної активності (один індикатор) (рисунок).

При цьому слід зазначити, що вибір індикаторів визначали за ознаками важливості, наявності динамічних змін впродовж років, об'єктивності.

Переведення індикаторів, які характеризували економічні

сфери середніх міст, у нормований вигляд у шкалу від 0 до 1,0 здійснювали з використанням формул:

для індикаторів стимуляторів

$$x_1 = \frac{N_i - N_{(\min)}}{N_{(\max)} - N_{(\min)}} ; \quad (1)$$

для індикаторів дестимуляторів

$$x_2 = \frac{N_{(\max)} - N_i}{N_{(\max)} - N_{(\min)}} , \quad (2)$$

де x_1, x_2 – унормовані у шкалу від 0 до 1,0 індикатори які характеризують окремі критерії економічної сфери, одн.; $N_{(\max)}$ стимулятори, $N_{(\min)}$ дестимулятори – брали значення базових індикаторів, які за кількісними показниками відповідали кращим для середніх міст, одн.; N_i – фактичні значення індикаторів, одн.

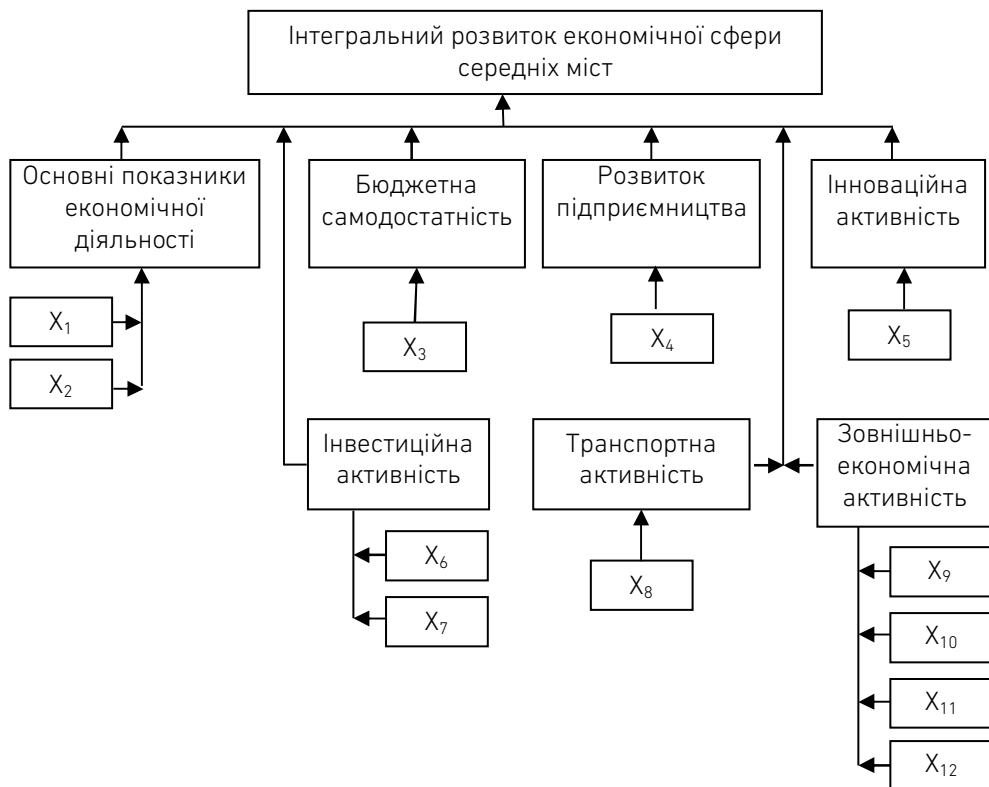


Рисунок. Схема розрахунку інтегрального показника розвитку економічної сфери середніх міст:

X_1 – обсягу реалізованої продукції, тис. грн/особу; X_2 – роздрібний товарооборот підприємств, тис. грн/особу; X_3 – доходи бюджету тис.

грн/особу; X_4 – кількості малих підприємств, одн./10 тис. осіб; X_5 – обсягу реалізованої інноваційної продукції, тис. грн/особу; X_6 – інвестицій в основний капітал, тис. грн/особу; X_7 – прямих іноземних інвестицій в економіку міста, дол. США/особу; X_8 – експорту товарів, дол. США/особу; X_9 – експорту послуг, дол. США/особу; X_{10} – перевезення вантажів автотранспортом, т/особу; X_{11} – імпорту товарів, тис. дол. США/особу; X_{12} – імпорту послуг, тис. дол. США/особу

За наведеними формулами 1 і 2 нами були розраховані індекси розвитку економічних сфер середніх міст за 2010, 2017, 2020 роки, які змінювалися в діапазоні від 0,262 до 0,615.

Одночасно за результатами кореляційного і регресійного аналізу нами було встановлено, що між індикаторами які характеризують економічну сферу середніх міст, а саме: обсягу реалізованої промислової продукції, грн/особу; роздрібний товарооборот підприємств, грн/особу; доходи бюджету, грн/особу; кількості малих підприємств, грн/особу; обсяг реалізованої інноваційної продукції, грн/особу; інвестицій в основний капітал, грн/особу; прямих іноземних інвестицій в економіку міста, дол. США/особу; експорту товарів, дол. США/особу; експорту послуг, дол. США/особу; перевезень вантажів автотранспортом, т/особу; імпорту товарів, дол. США/особу; імпорту послуг, дол. США/особу та величинами індексів розвитку економічних сфер (ІРЕекон.С) середніх міст, за період 2010–2020 роки, виявлені від слабкого до дуже сильного кореляційні зв'язки (r, η 0,21–0,91), а рівняння, які описують ці зв'язки, мають вид прямих ліній або парабол другого і третього ступенів (табл. 1).

Таблиця 1

Результати кореляційного і регресійного аналізу залежності індексів розвитку економічної сфери від величин індикаторів (2010–2017 рр.)

№ з/п	Назва індикатора	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
1	Обсяг реалізованої промислової продукції, грн/особу	$y_1 = 3E - 0,5X_1 + 0,0648$	0,3661
2	Роздрібний товарооборот підприємств, грн/особу	$y_2 = 6E - 0,6X_2 + 0,408$	0,192
3	Доходи бюджету, грн/особу	$y_3 = 2E - 11X_3^3 - 3E - 0,7X^2 + 0,0015X_3^3 -$	0,4618

продовження табл. 1

4	Кількість малих підприємств, грн/особу	$y_4=0,0043X_4+0,0782$	0,8906
5	Обсяг реалізованої інноваційної продукції, грн/особу	$y_5=3E-10X_5^3-1E-0,6X_5^2+0,001X_5+0,2513$	0,9384
6	Інвестиції в основний капітал	$y_6=8E-0,5X_6+0,3065$	0,395
7	Прямах іноземних інвестицій в економіку міста	$y_7=0,0002X_7+0,3671$	0,3912
8	Експорту товарів, дол. США/особу	$y_8=0,0002X_8+0,3443$	0,1434
9	Експорту послуг, дол. США/особу	$y_9=0,0023X_9+0,3239$	0,5985
10	Перевезень вантажів автотранспортом, т/особу	$y_{10}=-2E-0,5X_{10}^3+0,0013X_{10}^2-0,0152X_{10}+0,4524$	0,3492
11	Імпорту товарів, дол. США/особу	$y_{11}=4E-0,5X_{11}+0,4277$	0,128
12	Імпорту послуг, дол. США/особу	$y_{12}=0,0018X_{12}+0,3759$	0,1435

Дуже слабкий зв'язок був установлений для індикаторів, а саме: роздрібною товарообороту підприємств (0,192); експорту товарів (0,143); імпорту товарів (0,128); імпорту послуг (0,144). Слабкий зв'язок був виявлений для індикаторів: обсягу реалізованої промислової продукції (0,366); доходів бюджету (0,462); інвестицій в основний капітал (0,395); прямих іноземних інвестицій в економіку міста (0,391); перевезень вантажів автотранспортом (0,349). Для індикатора експорту послуг був установлений помірний зв'язок (0,598), кількості малих підприємств – сильний зв'язок (0,89), а для обсягу реалізованої інноваційної продукції дуже сильний зв'язок (0,938).

На підставі аналізу установлених взаємозв'язків між індикаторами і показниками ІРЕС середніх міст нами були відібрані лише 12 індикаторів для проведення багатофакторного регресійного і кореляційного аналізу. Як свідчать розрахунки, залежність між ІРЕС середніх міст, за період 2010–2020 років з 12 індикаторами

економічних сфер цих міст описується багатofакторною лінійною регресією, яка має вид:

$$y = 0,34 + 0,34 + 0,0005 \cdot x_1 + (-0,0031 \cdot x_4) + 0,0017 \cdot x_6 + 0,00016 \cdot x_7 + (-0,000002 \cdot x_8) + 0,0025 \cdot x_9 + 0,0053 \cdot x_{10}. \quad (3)$$

ВИВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ

<i>Регресійна статистика</i>					
Множинний R					0,999999
R-квадрат					0,999998
Нормований R-квадрат					0,999994
Стандартна помилка					0,000255
Спостереження					11
<i>Дисперсійний аналіз</i>					
	df	SS	MS	F	Значимість F
Регресія	7	0,105169	0,015024	230800,4	1,37E-08
Залишок	3	1,95E-07	6,51E-08		
Разом	10	0,105169			

Судячи з отриманої залежності суттєвий вплив на ІРЕС середніх міст здійснює лише 7 індикаторів, а саме: x_1 – обсяг реалізованої продукції, тис. грн/особу; x_4 – кількість малих підприємств, одн./особу; x_6 – інвестицій в основний капітал, тис. грн/особу; x_7 – прямих іноземних інвестицій в економіку міста, дол. США/особу; x_8 – експорту товарів, дол. США/особу; x_9 – експорту послуг, дол. США/особу; x_{10} – перевезення вантажів автотранспортом, т/особу.

Інші індикатори 5 із 12 при кореляційному і регресійному аналізі були оцінені як такі, що суттєвого впливу на величину ІРЕС середніх міст не чинять, а тому ними можна знехтувати.

Перевірка багатofакторної лінійної регресії, яка дозволяє розраховувати показники ІРЕС середніх міст за 7 індикаторами економічних сфер на співпадіння з показниками ІРЕС цих міст розрахованого як середньоарифметичного з 12 індикаторів економічних сфер, засвідчує, що похибка при порівнянні між ними не перевищує від 0 до 4,2%, за виключенням у місті Мелітополі від 14 до 16,8% (табл. 2).

Відтак, багатofакторну лінійну регресію можна використовувати для розрахунку показників ІРЕС з використанням лише 7 індикаторів за номерами: x_1 ; x_4 ; x_6 ; x_7 ; x_8 ; x_9 ; x_{10} .

Таблиця 2

Результати перевірки придатності багатофакторної лінійної регресії для прогнозування ІРЕС середніх міст (2010–2020 р.)

Місто	Роки визначення					
	2010 р.		2017 р.		2020 р.	
	2	3	2	3	2	3
Івано-Франківськ	<u>0,615</u>	-4,2	<u>0,557</u>	+3,4	<u>0,593</u>	+0,5
	<u>0,589</u>		<u>0,576</u>		<u>0,596</u>	
Луцьк	<u>0,515</u>	+2,9	<u>0,448</u>	+2,9	<u>0,432</u>	+2,8
	<u>0,530</u>		<u>0,461</u>		<u>0,444</u>	
Мелітополь	<u>0,262</u>	+16,8	<u>0,343</u>	-14,0	–	
	<u>0,306</u>		<u>0,295</u>			
Рівне	<u>0,507</u>	-2,8	<u>0,521</u>	-3,5	<u>0,442</u>	0
	<u>0,493</u>		<u>0,503</u>		<u>0,442</u>	

Примітка: чисельник величина ІРЕС середньоарифметичне вираховане з 12 унормованих індикаторів; знаменник величини ІРЕС розрахований з формулою (3); 3 – похибка ІРЕС, %.

Поряд з цим нами було проведений аналіз динаміки змін ІРЕС середніх міст в часі, який засвідчує, що у період 2010–2017 років зміни у середніх містах відбувалися суперечливо (табл. 3). Як видно з таблиці 3 індекси розвитку екологічних сфер у Івано-Франківську і Луцьку зменшувалися за 7 років на величини - 0,058 і - 0,067 відповідно, а у Мелітополі, Рівному навпаки зростали на величини + 0,081 і + 0,014 відповідно.

Впродовж 2017–2020 років зростання показників ІРЕС середніх міст мало місце у Івано-Франківську на 0,026 та зниження у Луцьку на -0,016 і Рівному на -0,079 одиниць. Причина цих змін обумовлюється зростанням кількісних значень показників дестимуляторів і зниженням показників стимуляторів у ці періоди визначення та порівнянь.

Одночасно, на підставі регресійного і кореляційного аналізу, нами була отримана математична модель, яка характеризує вплив ІРЕС середніх міст та дозволяє розрахувати величину інтегрального індексу сталого розвитку міст, яка має вид прямої лінії при коефіцієнті детермінації 0,677:

$$y = 0,083 + 0,894x, \quad (4)$$

де y – розрахований показник 44 ІІСРМ, одн.; x – розраховані показники ІРЕС, одн.

<i>Регресійна статистика</i>					
Множинний R					0,842014
R–квадрат					0,708987
Нормований R–квадрат					0,676653
Стандартна помилка					0,063727
Спостереження					11
<i>Дисперсійний аналіз</i>					
	df	SS	MS	F	Значимість F
Регресія	1	0,089046	0,089046	21,9265	0,001148
Залишок	9	0,03655	0,004061		
Разом	10	0,125596			

Результати перевірки придатності отриманої моделі 4 для прогнозних розрахунків ІІСРМ за показниками ІРЕС середніх міст представлені у таблиці 4.

Таблиця 3

Аналіз динаміки змін індексів розвитку економічної сфери середніх міст

Місто	Роки визначення				
	2010 р.	2017 р.		2020 р.	
1	2	2	3	2	3
Івано-Франківськ	0,615	0,557	-0,058	0,593	+0,036
Луцьк	0,515	0,448	-0,067	0,432	-0,016
Мелітополь	0,262	0,343	+0,081	—	
Рівне	0,507	0,521	+0,014	0,442	-0,079

Примітка: 2 – величина ІРЕС середньоарифметичне з унормованих індикаторів, одн.; 3 – зміна ІРЕС. у часі, одн.

Як видно з таблиці 4, розраховані за залежністю 4 показники ІІСРМ з використанням величин ІРЕС середніх міст і ІІСРМ показники яких встановлені як середньоарифметичне з 12 індикаторів,

відрізняються між собою на величини, а саме: Івано-Франківську від + 1,6% у 2010 році, - 15,4% у 2017 році, - 10,5% у 2020 році; Луцьку - 7,3% у 2010 році, - 0,2% у 2017 році і - 4,5% у 2020 році; Мелітополі - 20,8% у 2010 році, + 2,9% у 2017 році; Рівному - 5,2% у 2010 році, + 10,9% у 2017 році і + 14,4% у 2020 році.

На підставі врахування величин похибок, більшість з яких, при порівнянні величин ІІСРМ (середньоарифметичного) і ІІСРМ, отриманих за залежністю 4, не перевищують 15% математичну модель 4.

Таблиця 4

Результати перевірки придатності залежності прогнозу величин ІІСРМ за показниками ІРЕС

Місто	Роки визначення								
	2010 р.			2017 р.			2020 р.		
1	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Івано-Франківськ	0,623	0,633	+1,6	0,687	0,581	-15,4	0,685	0,613	-10,5
Луцьк	0,506	0,543	+7,3	0,485	0,484	-0,2	0,469	0,447	-4,5
Мелітополь	0,40	0,317	-20,8	0,379	0,390	+ 2,9			
Рівне	0,478	0,453	- 5,2	0,495	0,549	+10,9	0,418	0,478	+14,4

Примітка: 2 – величина показника ІІСРМ, одн.; 3 – величина показника ІІСРМ розраховані за залежністю 5, одн.; 4 – похибка, %.

Для прогнозу інтегрального індексу сталого розвитку міст можна використовувати лише 7 індикаторів економічних сфер.

Висновки:

1. Залежність між величинами індексів розвитку соціальних сфер середніх міст за період 2010–2020 років та 7 індикаторами, які результативно, судячи з коефіцієнтів кореляції, впливають на стан цих сфер, описуються математичною моделлю, яка має вид багатофакторної лінійної регресії при коефіцієнті детермінації 0,999.

2. Отримана багатофакторна лінійна регресія є статистично достовірною при коливанні величин похибок від 0 до 4,2% так і відповідно придатною для прогнозування величин ІРЕС середніх міст за 7 індикаторами, які характеризують економічні сфери цих міст у показниках розрахованих на особу.

3. Залежність між величинами інтегральних індексів сталого розвитку міст за період 2010–2020 років та індексами розвитку економічних сфер середніх міст України описуються математичною моделлю, яка має вид зростаючої прямої лінії при коефіцієнті детермінації 0,677.

4. Отримана математична модель, яка має вид прямої лінії, є статистично достовірною при коливанні величин похибок від $-0,2$ до $15,4\%$ для Івано-Франківська, Луцька, Рівного та від $2,9\%$ до $20,8\%$ для Мелітополя.

1. Герасимчук З. В., Кондіус І. С. Теоретичні та прикладні засади прогнозування стійкого розвитку регіону : монографія. Луцьк : Надстир'я, 2010. 412 с. 2. Геєць В. М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк, В. В. Іванов, Н. А. Дубровіна, А. В. Ставицький. Харків : ВД «Інжек», 2005. 396 с. 3. Брикун Є. В. Моделювання страхового механізму компенсації еколого-економічних збитків. Харків : Форт, 2004. 256 с. 4. Карпінський Б. А., Божко С. М. Сталий розвиток економіки і узагальнена модель. Львів, 2005. 256 с. 5. Систематичний аналіз і моделювання у розв'язанні проблем сталого розвитку територій / С. З. Поліщук, В. О. Долодаренко, Н. А. Чорнобривкіна, А. І. Рябко. Дніпропетровськ : Поліграфіст, 2001. 133 с. 6. Вітліновський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. К. : КНЕУ, 2003. 408 с. 7. Лященко І. М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. К. : Вища школа, 1999. 236 с. 8. Кондіус І. С. Обґрунтування моделі прогнозування стійкого розвитку регіону. *Економічні науки* : зб. наук. пр. / під ред. д.т.н., проф. Ю. Г. Лега. Черкаси : ЧДТУ, 2008. С. 279–283. 9. Кондіус І. С. Методичні підходи до перспективного прогнозування стійкого розвитку регіону. *Економічні науки. Сер. Регіональна економіка* : зб. наук. пр. / під ред. д.е.н., проф. З. В. Герасимчук. Луцьк : ЛНТУ, 2008. № 5 (17). Ч. 2. С. 153–176.

REFERENCES:

1. Herasymchuk Z. V., Kondius I. S. Teoretychni ta prykladni zasady prohnouzuvannia stiikoho rozvytku rehionu : monohrafiia. Lutsk : Nadstyria, 2010. 412 s. 2. Heiets V. M. Modeli i metody sotsialno-ekonomichnoho prohnouzuvannia / V. M. Heiets, T. S. Klebanova, O. I. Cherniak, V. V. Ivanov, N. A. Dubrovina, A. V. Stavytskyi. Kharkiv : VD «Inzhek», 2005. 396 s. 3. Brykun Ye. V. Modeliuvannia strakhovoho mekhanizmu kompensatsii ekoloho-ekonomichnykh zbytkiv. Kharkiv : Fort, 2004. 256 s. 4. Karpinskyi B. A., Bozhko S. M. Stalyi rozvytok ekonomiky i uzahalnena model. Lviv, 2005. 256 s. 5. Systematychnyi analiz i modeliuvannia u rozv'iazanni problem staloho

rozvytku terytorii / S. Z. Polishchuk, V. O. Dolodarenko, N. A. Chornobryvkina, A. I. Riabko. Dnipropetrovsk : Polihrafist, 2001. 133 s. **6.** Vitlinovskyi V. V. Modeliuvannia ekonomiky : navch. posib. K. : KNEU, 2003. 408 s. **7.** Liashchenko I. M. Ekonomiko-matematychni metody ta modeli staloho rozvytku. K. : Vyshcha shkola, 1999. 236 s. **8.** Kondius I. S. Obgruntuvannia modeli prohnouzuvannia stiikoho rozvytku rehionu. *Ekonomichni nauky* : zb. nauk. pr. / pid red. d.t.n., prof. Yu. H. Leha. Cherkasy : ChDTU, 2008. S. 279–283. **9.** Kondius I. S. Metodychni pidkhody do perspektyvnoho prohnouzuvannia stiikoho rozvytku rehionu. *Ekonomichni nauky. Ser. Rehionalna ekonomika* : zb. nauk. pr. / pid red. d.e.n., prof. Z. V. Herasymchuk. Lutsk : LNTU, 2008. № 5 (17). Ch. 2. S. 153–176.

Klymenko L. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

MATHEMATICAL PROGNOSTICATION MODEL OF THE INDICATOR OF DEVELOPMENT INDEX OF ECONOMIC SPHERES OF MEDIUM-SIZED CITIES OF UKRAINE

The article presents data of analysis and state assessment of economic sphere of medium-sized cities according to 12 indicators the quantitative values of which were normalized in the scale from 0 to 1,0, using the formula for stimulants and destimulants. On the basis of these data the correlation analysis was carried out, and on the basis of matrix coefficients the indicators which efficiently influence the value of the development index of economic sphere of these cities were established.

Multivariate linear regression describes the dependence of development index of economic sphere of medium-sized cities on seven indicators which characterize the following ones: x_1 – the main indicators, of economic activity, x_4 – the development of enterprises, x_6 , x_7 – investment activity, x_8 , x_9 – foreign economic activity, x_{10} – transport activity when determination coefficient is 0,999.

When doing usability testing for multivariate linear regression, it is ascertained that discrepancies in indicators of development index of economic sphere of medium-sized cities calculated from 12 indicators as arithmetic mean and development index of economic

spheres of these cities, calculated according to multivariate linear regression, do not exceed errors from 0 to 4,2%.

The received mathematical model which describes the influence of development index of economic sphere of medium-sized cities on integral index of sustainable development of cities has the appearance of a straight line with correlation coefficient 0,84.

The error range compared to integral indices of sustainable development of cities calculated from three indicators of social, economic, ecological spheres of cities development and calculated integral indices of sustainable development according to the dependence of straight line was changing from 0,2 to 15,4%.

Keywords: economic sphere; indicators; stimulants; destimulants; mathematical models; regression; correlation coefficients; determination coefficients; error.