

**ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ
(КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ
ТА МЕТОД СТАТИСТИЧНИХ РІВНЯНЬ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ)**

Ю. Є. Приданникова,

аспірант,

Хмельницький університет управління та права,

провідний спеціаліст-економіст

Головне управління статистики у Харківській області

Анотація. Розглянуто способи прогнозування рівнів ряду на прикладі застосування методів регресійного аналізу та статистичних рівнянь залежностей. Метою розрахунків є визначення прогнозних значень з подальшим ретроспективним оцінюванням ступеня достовірності прогнозованого обсягу досліджуваного показника у майбутньому періоді, що дає змогу краще зрозуміти господарські явища і процеси, а також обґрунтувати управлінські рішення.

Ключові слова: статистичне прогнозування, кореляційний аналіз, регресійний аналіз, статистичні рівняння залежностей, рівняння тренду.

Аннотация. Рассмотрены способы прогнозирования уровней ряда на примере использования методов регрессионного анализа и статистических уравнений зависимости. Целью расчетов является определение прогнозных значений с последующей ретроспективной оценкой степени достоверности прогнозируемого объема исследуемого показателя в будущем периоде, что позволяет лучше понимать хозяйственные явления и процессы, а также достоверно обосновывать управленческие решения.

Ключевые слова: статистическое прогнозирование, корреляционный анализ, регрессионный анализ, статистические уравнения зависимости, уравнение тренда.

Abstract. The article is dedicated to the examples of forecasting using the most popular statistical methodologies nowadays – correlation and regression analysis and statistical equations of dependencies. Forecast significance is received by using the main postulate that all the factors, which form evolution, are constant in their tendency. Applying extrapolation methods helps to create a tangent line and extend it beyond the original observation range on the base of exact confidence intervals which

are referred to as lower or upper confidence bounds. Confidence intervals express how closely the sample estimate matches the true value in the whole population. They are expressed as 95% confidence intervals.

In the article the examples of such methods like correlation and regression analysis and statistical equations of dependencies are reviewed. The calculations of forecasting GDP of Ukraine is offered as a tendency modeling due to estimating the degree of effect intensity of macroeconomic factors. It allows knowing some economic phenomena better and explaining management decisions. Statistical equations of dependencies method helps to choose the best function for time series analysis. The results of research are justified by computer software.

The information in the article contains the ways how to develop macroeconomic indicators as long-term time series. It could be the clue to define the tendency and turning points of economic development, estimate changes, compared with any previous period, and forecast. It's necessary to have scientific base to solve the problems concerning economic policy of a country, forecasting its currency rate, estimating the level of welfare and population well-being. The analysis of both statistical methods is done by comparing the amount of observed and theoretical values of Ukrainian GDP. Statistical equations of dependencies method enables to reduce the influence of forecast calculation error because of applying the method for finite and infinite population equally that is very important in statistical thinking.

Key words: statistical forecasting, correlation analysis, regression analysis, statistical equations of dependencies, the equation of the trend.

Постановка проблеми. Прогнозування слугує інструментом мінімізації невизначеності, а прогнозом називають науково обгрунтований висновок щодо майбутнього розвитку процесів, його перспектив та можливих наслідків управлінських рішень [2]. За своєю природою соціально-економічні явища та процеси – імовірнісні, невизначеність – їх внутрішня властивість. Вивчення цих процесів, передбачення перспектив їх подальшого розвитку, прийняття оптимальних управлінських рішень повинні спиратися на такі методи прогнозування, які в умовах невизначеності забезпечують надійність висновків. За допомогою аналізу статистики економічного зростання та матеріального добробуту з врахуванням наявної інформаційної бази можливо побудувати деякі макроекономічні показники з метою представлення їх у вигляді довгострокових динамічних рядів. Такі ряди дають можливість визначити тенденції та поворотні точки розвитку економіки, оцінити зміни у порівнянні з

будь-яким періодом (попереднім періодом звітнього року, відповідним періодом минулого року, певним періодом інших років), а також придатні для використання у макроекономічному прогнозуванні. З цією метою необхідно одержати інформацію для здійснення зіставного аналізу рівня розвитку й ефективності економік різних країн світу, оцінити їх зростання та вплив окремих факторів на нього.

До вирішення питань, пов'язаних із розробкою економічної політики певної країни, прогнозування її валютного курсу та оцінки рівня добробуту населення, необхідно підходити з наукової позиції. Зіставлення проводять і за регіональним принципом, розраховуючи валову додану вартість за регіонами. Також існує Програма міжнародних зіставлень, в якій беруть участь країни й окремі економічні території. З метою оптимізації зіставлень, що проводяться за рішенням Статистичної комісії ООН, країни діляться на групи (регіони): країни Азії, Африки, Південної Америки, СНД, а також група країн, зіставлення яких координуються ОЕСР – Євростатом [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика статистичного вивчення економічного зростання та матеріального добробуту країни опрацьовується такими вченими, як А. Єріна [2], О. Кулинич [4; 5], Р. Кулинич [3; 4], І. Манцуров [6], О. Осауленко [7] та ін.

Мета дослідження – вивчення та порівняльний аналіз таких методів прогнозування обсягів ВВП України, як кореляційно-регресійний аналіз та метод статистичних рівнянь залежностей.

Вклад основного матеріалу дослідження. ВВП є важливою складовою частиною системи національних рахунків, що дозволяє виміряти у вартісному виразі обсяг вироблених та спожитих товарів і прогнозувати економічні процеси. Основним інструментом прогнозування є екстраполяція, сутність якої полягає в поширенні закономірностей зв'язків і відношень, виявлених в t -му періоді, за його межі. Розглянемо одні з найпоширеніших на сьогодні методологічних підходів макроекономічного прогнозування економіки та розрахунків тенденцій розвитку того чи іншого явища або процесу – регресійний аналіз та метод статистичних рівнянь залежностей. Ці методи можуть бути удосконалені з подальшим розвитком статистичної науки та методів статистичного аналізу.

У табл. 1 представлені вихідні дані для розрахунку параметрів рівняння лінійного тренду динамічного ряду обсягу ВВП України на основі регресійного аналізу [1].

Розрахунково-допоміжна таблиця для встановлення параметрів рівняння лінійного тренду

Рік	Поточний номер року, t	Фактичний ВВП, млрд грн, y	$t \cdot y$	t^2	Теоретичний ВВП, млрд грн, \hat{y}	$(y - \hat{y})^2$
1	2	3	4	5	6	7
2000	1	170,070	170,07	1,00	3,09	27882,73
2001	2	204,190	408,38	4,00	112,83	8347,10
2002	3	225,810	677,43	9,00	222,57	10,52
2003	4	267,344	1069,38	16,00	332,30	4219,93
2004	5	345,113	1725,57	25,00	442,04	9395,57
2005	6	441,452	2648,71	36,00	551,78	12172,81
2006	7	544,153	3809,07	49,00	661,52	13775,29
2007	8	720,731	5765,85	64,00	771,26	2553,17
2008	9	948,056	8532,50	81,00	881,00	4496,68
2009	10	913,345	9133,45	100,00	990,74	5989,59
2010	11	1079,346	11872,81	121,00	1100,48	446,48
2011	12	1299,991	15599,89	144,00	1210,21	8059,75
2012	13	1404,669	18260,70	169,00	1319,95	7176,69
2013	14	1465,198	20512,77	196,00	1429,69	1260,65
Разом	105	10029,468	100186,57	1015,00	10029,47	105786,98

Параметри рівняння тренду обсягів ВВП можна оцінити за допомогою методу найменших квадратів. Дані для побудови системи нормальних рівнянь подано в табл. 1, а після її розв'язання отримуємо лінійне рівняння тренду:

$$y = -106.6500 + 109,7387t.$$

З рівняння бачимо, що в середньому приріст обсягу ВВП щорічно складає 109,73874 млрд грн, тобто за досліджуваний період в Україні має місце економічне зростання. Для того, щоб проаналізувати точність оцінок регресії та величин відхилень теоретичних (\hat{y}) і фактичних (y) значень, у графі 7 табл. 1 наведено результати відповідного розрахунку $(y - \hat{y})^2$.

Для побудови довірчого інтервалу прогнозних значень, як зазначають Е. Ферстер та Б. Ренц, слід застосувати формулу визначення стандартного відхилення рівняння регресії [10], після чого із розрахованих значень добути квадратний корінь.

Довірчі межі теоретичного рівня регресії \hat{y} визначають за формулою:

$$\hat{y}_i - t_{f, \alpha} S_{\hat{y}_i} \leq \hat{y}_i \leq \hat{y}_i + t_{f, \alpha} S_{\hat{y}_i}.$$

де S_i – квадратний корінь зі стандартного відхилення рівняння регресії; $t_{i, \alpha}$ – критерій Стюдента, визначений на основі значень рівня імовірності α та кількості ступенів вільності $f = n - m - 1$. Підрядковий індекс i відносить величини до поточного номера року, $i = 1, 14$.

Складемо табл. 2 та використаємо формулу стандартного відхилення для встановлення довірчих меж фактичних значень усіх членів ряду динаміки.

Таблиця 2

Розрахунково-допоміжна таблиця для встановлення довірчих інтервалів теоретичних значень

Рік	Поточний номер року, t	Теоретичний ВВП, млрд грн, y	S_i	$t_{12,005} S_i$	$\bar{y}_i - t_{12,005} S_i$	$\bar{y}_i + t_{12,005} S_i$
1	2	3	4	5	6	7
2000	1	3,09	47,61	103,74	-100,65	106,83
2001	2	112,83	42,45	92,49	20,34	205,31
2002	3	222,57	37,61	81,94	140,63	304,51
2003	4	332,30	33,23	72,41	259,90	404,71
2004	5	442,04	29,53	64,33	377,71	506,38
2005	6	551,78	26,77	58,34	493,45	610,12
2006	7	661,52	25,29	55,09	606,43	716,61
2006	8	771,26	25,29	55,09	716,17	826,35
2008	9	881,00	26,77	58,34	822,66	939,34
2009	10	990,74	29,53	64,33	926,40	1055,07
2010	11	1100,48	33,23	72,41	1028,07	1172,88
2011	12	1210,21	37,61	81,94	1128,27	1292,16
2012	13	1319,95	42,45	92,49	1227,47	1412,44
2013	14	1429,69	47,61	103,74	1325,96	1533,43
Прогнозні значення						
2014	15	1539,43	53,00	115,48	1423,95	1654,92
2015	16	1649,17	58,56	127,59	1521,58	1776,76
2016	17	1758,91	64,24	139,97	1618,94	1898,88
2017	18	1868,65	70,01	152,55	1716,10	2021,19

Отже, прогнозні значення обсягу ВВП на 2014–2017 рр. є такими:

- $y_{2014} = 1539,43 \pm 115,48$ млрд грн;
- $y_{2015} = 1649,17 \pm 127,59$ млрд грн;
- $y_{2016} = 1758,91 \pm 139,97$ млрд грн;
- $y_{2017} = 1868,65 \pm 152,55$ млрд грн.

Також для обчислення прогнозних значень обсягу ВВП застосуємо метод статистичних рівнянь залежностей і отримані дані порівняємо з вищеподаними величинами. Достовірність прогнозних даних забезпечується тоді, коли коефіцієнт стійкості тренду знаходиться в межах від 0,7 до 1,0 [3].

Прогнозування обсягу ВВП здійсимо на основі встановлення кращої функції взаємозв'язку за критерієм мінімуму абсолютного розміру відхилень між розрахунковими (Y_t) та фактичними (y) рівнями досліджуваного показника [3]. Прогнозування на основі даних динамічного ряду обсягу ВВП характеризується рівнянням прямої залежності при зменшенні чинникової та результативної ознак за формулою:

$$y_t = y_{\max} \left(1 - b d \frac{t_t}{t_{\max}}\right),$$

де Y_t – значення результативної ознаки за рівнянням лінійного тренду; y_{\max} – максимальне значення результативної ознаки; b – параметр тренду; d – відхилення коефіцієнта порівняння; t_t – поточний рік; t_{\max} – максимальне значення t_t [3]. У табл. 3 містяться дані для кількісного оцінювання динаміки обсягу ВВП на основі рівняння тренду.

Таблиця 3

Розрахунково-допоміжна таблиця для встановлення параметрів тренду

Рік	Поточний номер року, t_t	Фактичний ВВП, млрд грн, y	$1 - \frac{t_t}{t_{\max}}$	$1 - \frac{y_t}{y_{\max}}$	$b d t_t$	Теоретичні значення обсягу ВВП, млрд грн, Y_t
2000	1	170,070	0,9286	0,8839	1,0221	-32,4169
2001	2	204,190	0,8571	0,8606	0,9435	82,7843
2002	3	225,810	0,7857	0,8459	0,8649	197,9854
2003	4	267,344	0,7143	0,8175	0,7862	313,1866
2004	5	345,113	0,6429	0,7645	0,7076	428,3877
2005	6	441,452	0,5714	0,6987	0,6290	543,5889
2006	7	544,153	0,5000	0,6286	0,5504	658,7900
2007	8	720,731	0,4286	0,5081	0,4717	773,9911
2008	9	948,056	0,3571	0,3530	0,3931	889,1923
2009	10	913,345	0,2857	0,3766	0,3145	1004,3934
2010	11	1079,346	0,2143	0,2633	0,2359	1119,5946
2011	12	1299,991	0,1429	0,1128	0,1572	1234,7957
2012	13	1404,669	0,0714	0,0413	0,0786	1349,9969
2013	14	1465,198	0,0000	0,0000	0,0000	1465,1980
Разом	105	10029,468	6,5000	7,1549	-	10029,4680

Рівняння лінійного тренду, побудоване за даними табл. 3, має вигляд.

$$y_t = 1465,198(1 - 1,10075 d^{-t}).$$

У ході дослідження розраховано всі необхідні характеристики (рівень стійкості тренду, довірчі межі прогнозу, середнє лінійне відхилення між фактичними та середнім значенням ВВП України та ін.). Результати прогнозування обсягів ВВП на 2014–2017 рр. за методом статистичних рівнянь залежностей представлено в табл. 4.

Таблиця 4

Прогнозні обсяги ВВП на 2014–2017 рр.

Рік	Поточний номер року	Прогнозні обсяги ВВП, млрд грн		
		мінімальні	середні	максимальні
2014	15	1178,03	1580,40	1982,77
2015	16	1293,23	1695,60	2097,97
2016	17	1408,43	1810,80	2213,17
2017	18	1523,63	1926,00	2328,37

Метод статистичних рівнянь залежностей дозволяє здійснити науково обгрунтоване вивчення загальної тенденції розвитку та прогнозування динаміки явищ та процесів на основі нечисленної величини рівнів ряду. На відміну від математичного методу кореляційно-регресійного аналізу, основою якого є лінійна алгебра, застосування методу статистичних рівнянь залежностей ґрунтується на обчисленні коефіцієнтів порівняння [3].

Порівняємо результати за двома розглянутими методами, зіставляючи фактичні та два варіанта теоретичних обсягів ВВП із застосуванням метода комплексних статистичних коефіцієнтів для оцінки рівня похибки прогнозних розрахунків на 2014 рік. Виразуємо похибку прогнозу за формулою:

$$\text{Похибка прогнозу} = \left| \left(\frac{\text{Прогноз} \cdot 100}{\text{Фактичне значення}} \right) - 100 \right|$$

У табл. 5 наведено результати прогнозування ВВП України у 2014 р. за двома застосованими методами, виконано їх порівняння з фактичним значенням за [1] і сформовано рейтинг одержаних прогнозів за величиною похибки прогнозування.

Порівняння прогнозних значень обсягів ВВП України з фактичним значенням

Показник	Обсяг ВВП, млрд грн	Рейтинг
Фактичне значення	1566,73	–
Метод статистичних рівнянь залежностей		
Мінімальний рівень	1178,03	–
Середній рівень	1580,40	–
Максимальний рівень	1982,77	–
Метод регресійних рівнянь тренду		
Мінімальний рівень	1423,95	–
Середній рівень	1539,43	–
Максимальний рівень	1654,92	–
Похибка прогнозу, %		
Метод статистичних рівнянь залежностей		
Мінімальний рівень	24,81	5
Середній рівень	0,87	1
Максимальний рівень	26,55	6
Метод регресійних рівнянь тренду		
Мінімальний рівень	9,11	4
Середній рівень	1,74	2
Максимальний рівень	5,63	3

З табл. 5 бачимо, що найменша похибка прогнозу (0,87%) спостерігається у розрахунках, виконаних методом статистичних рівнянь залежностей, а саме, при середньому його рівні. Далі за точністю прогнозування йде регресійний аналіз (1,74%) при його середньому рівні. Третє місце також у регресійного методу, проте похибка вже перевищує 5%.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі. Таким чином, прогнозування того чи іншого явища або процесу не дозволяє одержати достовірний прогноз через вплив інерційності економічних процесів та нестійких тенденцій розвитку.

Прогнозування рівнів ВВП має теоретико-пізнавальний аспект, що передбачає опис потенційних перелепектив, станів досліджуваного явища у майбутньому. На основі отриманого знання можна прийняти обґрунтовані управлінські рішення. При прогнозуванні дотримано умови, що відповідають таким методологічним принципам, як наукове обґрунтування; системність; адекватність (тотожність); альтернативність та цілеспрямованість.

Окрім математичного методу кореляційно-регресійного аналізу, поширеним також є метод статистичних рівнянь залежностей, який можна

застосовувати для як нечисленної, так і численної сукупностей. Він є статистичним методом аналізу функціональних та кореляційних взаємозв'язків, який ґрунтується на статистичних коефіцієнтах порівняння [4]. Застосування методу статистичних рівнянь залежностей для вивчення змін у динаміці дозволяє зменшити рівень похибки прогнозного розрахунку через відсутність поліномів.

Список використаних джерел

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua> – Назва з титул. екрана.
2. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : [навч. посіб.] / А. М. Єріна. – К. : КНЕУ, 2001. – 170 с.
3. Кулинич Р. О. Статистичні методи аналізу взаємозв'язку показників соціально-економічного розвитку : [монограф.] / Р. О. Кулинич. – К. : Формат, 2008. – 288 с.
4. Кулинич О. І. Теорія статистики : [підручн.] / О. І. Кулинич, Р. О. Кулинич. – [7-ге вид., перероб. і доп.]. – К. : Знання, 2015. – 239 с.
5. Кулинич О. І. Економетрія : [навч. посіб.] / О. І. Кулинич. – Хмельницький : Поділля, 2003. – 215 с.
6. Манцуров І. Г. Статистика економічного зростання та конкурентоспроможності країни : [монограф.] / І. Г. Манцуров. – К. : КНЕУ, 2006. – 392 с.
7. Осауленко О. Г. Національна статистична система: стратегічне планування, методологія та організація : [монограф.] / О. Г. Осауленко. – К. : ДП “Інформ.-аналіт. агентство”, 2008. – 415 с.
8. Приданникова Ю. Є. Сучасні вектори економічного розвитку / Ю. Є. Приданникова // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих учених, 11–12 квіт. 2014 р. / відп. ред. О. І. Давидов. – Х. : Вид-во ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – Ч. II. – С. 149–151.
9. Приданникова Ю. Є. Статистична оцінка соціально-економічного розвитку / Ю. Є. Приданникова // 36. текстів доп. за матеріалами XV Всеукр. наук.-практ. конф., 21 трав. 2015 р. – Хмельницький : Хмельницький університет управління та права, 2015. – С. 182–188.
10. Ферстер Е. Методи кореляційного і регресійного аналізу / Е. Ферстер, Б. Ренц. – К. : Фінанси і статистика, 2004. – 304 с.