

РОЗДІЛ 6 СТАТИСТИКА

УДК 311

DOI: <https://doi.org/10.32782/2304-0920/3-88-13>

Довгенко Я. О.
Халецька З. П.
Яременко Л. І.

Центральноукраїнський педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗРОБІТТЯ В УКРАЇНІ: КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

У статті досліджено сучасний стан рівня безробіття в Україні. Проаналізовано динаміку, структуру безробітних за причинами звільнення, досліджено гендерний аспект. Розраховано комплексні оцінки ресурсів трудового потенціалу за областями та побудовано рейтинг регіонів. Проаналізовано диспропорційність за функцією бажаності Харрінгтона з урахуванням факторів-стимуляторів і факторів-дестимуляторів. Визначено основні макроекономічні чинники впливу на рівень безробіття в Україні. Проаналізовано структурні та кореляційно-регресійні зв'язки. Побудовано модель безробіття методом головних компонент. Побудовано динамічні моделі факторних ознак та оцінено їх значення на перспективу. Через нормовані значення оцінок факторних ознак за динамічними моделями спрогнозовано рівень безробіття в Україні.

Ключові слова: рівень безробіття, функція бажаності, економетрична модель, мультиколінеарність, метод головних компонент, матриця факторних навантажень.

Постановка проблеми. Ринок праці є ключовим елементом ринкової економіки. Останнім часом ринок праці є незбалансованим за рахунок падіння попиту на робочу силу, зниження заробітної плати та збільшення кількості навантажень на робоче місце. Стрімке зростання безробіття та падіння рівня зайнятості є одними з найважливіших проблем будь-якої країни світу загалом та України зокрема. Важливим чинником впливу на ринок праці є рух робочої сили. Для аналізу та прогнозування цього процесу є доцільним постійне оновлення інформації щодо результатів статистичного аналізу сучасного стану та моделювання ринку праці України. Таке дослідження безробіття дає змогу досягти балансу на ринку праці України за рахунок розроблення вчасних та ефективних заходів щодо його регулювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато досліджень щодо сутності, особливостей, вітчизняної специфіки та причинно-наслідкових зв'язків безробіття здійснено такими вітчизняними вченими, як: Т. Клебанова [1], І. Лук'яненко [2], І.А. Новік [3], В. Приймак [4], Н.І. Тарасова [5], І. Скорик [6], Л. Федоришина [7] та ін. Дослідженню структури безробіття за секторами економіки присвячено роботи І. Тарасова [5]. Проблема моделювання безробіття займалися Т. Клебанова [1], І. Лук'яненко [2] та В. Приймак [4]. Дослідженням даної проблеми займалися й такі зарубіжні вчені, як Газала Азмат, Майя Гуель та Алан Меннінг

[8], Джек Фостен [9], Дмитрис Хатциніколау [10] та ін. У своїх працях вони також досліджували особливості функціонування ринку праці, чинники впливу на стан безробіття та наслідки політики, орієнтованої на підвищення зайнятості через створення нових, кращих робочих місць.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на наявність безлічі досить ґрунтовних досліджень сучасних тенденцій розвитку ринку праці та проблеми безробіття, є підстави вважати, що залишаються недостатньо вивченими чинники, які впливають саме на рівень безробіття в Україні. Тому статистичне дослідження основних тенденцій, що характеризують динаміку безробіття в Україні, та виявлення основних чинників, які збільшують рівень безробіття, побудова відповідних моделей та прогнозів на перспективу відкривають можливості щодо вчасного ефективного регулювання рівня безробіття та зниження соціальної напруги серед населення.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є визначення основних макроекономічних чинників впливу на рівень безробіття в Україні та адаптація багатофакторної економетричної моделі безробіття методом головних компонент.

Виклад основного матеріалу. Сучасний стан ринку праці характеризується наявністю певних проблем, а саме дисбалансом між попитом і пропозицією у робочій силі, високим рівнем безробіття та зниженням

зайнятості потенційних трудових ресурсів. Проблема безробіття гостро постала в Україні, як і в багатьох інших країнах, із початком карантинних заходів проти COVID-19.

Унаслідок впливу різноманітних фінансово-економічних чинників за останні 20 років кількість безробітного населення країни істотно змінювалася (рис. 1). Тенденції розвитку ринку праці України та динаміка окремих його складників ілюструють глибоку його розбалансованість.

Упродовж досліджуваного періоду масштаби офіційного безробіття не перевищували 12,5%. У період розгортання кризових явищ (2014–2020 рр.) воно коливалося у межах 8,6–9,9%. 2020 р., відзначений пандемією COVID-19, ілюструє суттєве підвищення рівня безробіття – до 9,9% (+1,3% порівняно з 2018 р.) Найпоширенішою причиною незайнятості, за даними Держкомстату [13], було звільнення «за власним бажанням». Частка таких осіб у складі безробітних коливалася в межах від 27,0% (2009 р.) до 39,6% (2019 р.).

Характерною особливістю національного ринку праці за період із 2000 по 2020 р. є значне падіння чисельності економічно активного населення у віці 15–70 років, з 21 150,7 тис осіб до 16 917,8 тис осіб. За період останньої затяжної кризи з 2014 по 2020 р., підкріпленої бойовими діями і пандемією, чисельність економічно активного населення країни зменшилася більше ніж на 10% (із 19 035,2 тис осіб до 16 917,8 тис осіб). Із 2014 по 2020 р. складна політична та економічна ситуація в Україні спричинила значний спад кількості зайнятого населення – більше ніж на 1 692,2 тис осіб.

Чисельність населення працездатного віку за досліджуваний період сягала максимуму у 2006 р. – 29 812,1 тис осіб. За цей період до 2020 р. вона зазнала суттєвого скорочен-

ня – на 4 844 тис, до рівня 24 968,1 тис осіб. Останнім часом спостерігається негативна динаміка: значні темпи зниження чисельності трудових ресурсів працездатного віку починаючи з 2015 р., різниця між показниками за зазначений період становить 1 654,2 тис осіб. Частка чисельності трудових ресурсів від загальної кількості наявного населення країни за досліджуваний період коливалася у межах 60–64%.

Дослідження безробіття в гендерному аспекті вказує на значне перевищення коефіцієнта безробітного населення чоловіків по Україні коефіцієнта безробітного населення жінок за всіма віковими категоріями. Причому найбільший розрив спостерігається у першій віковій категорії (15–24 роки), а найменший – в останній працездатній категорії (50–59 років). Найбільший відсоток безробітних як серед жінок, так і серед чоловіків у віці 15–24 років. У всіх інших вікових групах серед обох статей він коливається у межах 8–10%. У середньому жінки живуть на сім років довше, ніж чоловіки, довший період зберігають працездатність, але мають менші доходи, що спонукає їх до більш активної трудової діяльності.

Ринкові перетворення та сучасні реформування в Україні призвели до виникнення значних регіональних диспропорцій, особливо на регіональних ринках праці. Соціально-економічна регіональна диференціація стримує економічне зростання будь-якої країни та викликає ще більшу диспропорційність. Для більш детального аналізу ринку праці в Україні проаналізовано рівень безробіття за її регіонами (рис. 2). Найгірша ситуація щодо рівня безробіття спостерігається в Донецькій (15,4%) та Луганській (16,1%) областях, яка пов'язана зі складними соціально-економічними умовами життя та

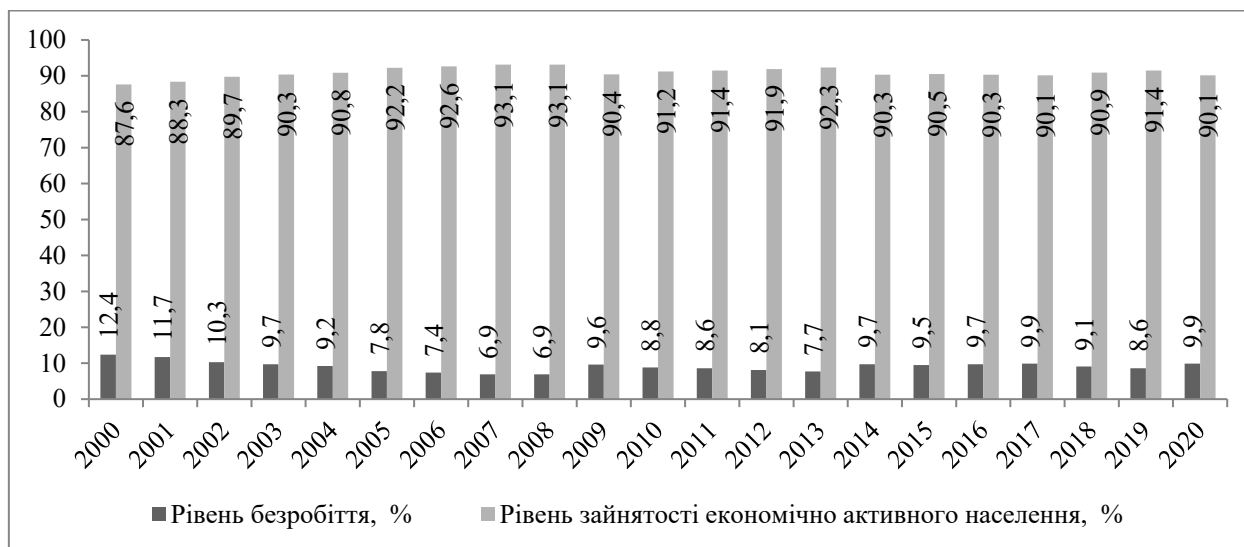


Рис. 1. Динаміка рівня безробіття та зайнятості економічно активного населення в Україні, 2000–2020 рр.

Джерело: складено авторами за даними [11]

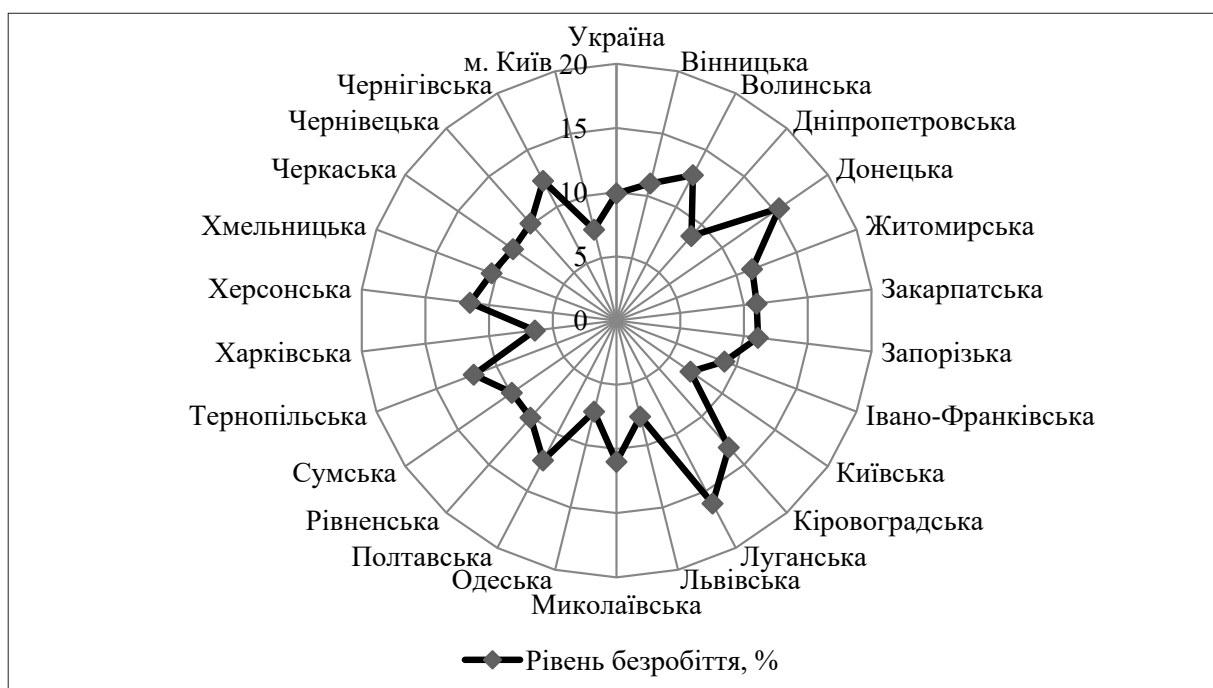


Рис. 2. Рівень безробіття в Україні: регіональний аспект, 2020 р.

Джерело: складено авторами за даними [11]

праці під час військових дій; Кіровоградській (13,2%), області, де привалює сільське господарство.

Найнижчі показники характерні для Харківської (6,4% – потужний промисловий комплекс країни), Київської (7,0% – столиця країни) та Одеської (7,3% – робота порту та вихід у море) областей. Регіональні дані засвідчують, що у половини областей спостерігається завищений показник безробіття, тому можна стверджувати: існує низка проблем, які заважають нормальному соціально-економічному розвитку як усієї країни, так і її окремих регіонів.

Для визначення рейтингової оцінки щодо безробіття використано функцію бажаності Харрінгтона. Шкала Харрінгтона умовно поділяється на п'ять секторів, які характеризують безрозмірну величину досліджуваних показників. Рейтингову оцінку щодо безробіття за регіонами України за 2020 р. знайдено за допомогою функції Харрінгтона для кожної області за факторами-стимуляторами: населення у віці 15–70 років, тис осіб; середній відпрацьований час, годин; рівень зайнятості населення працездатного віку, %; темпи зростання з/п, %; та дестимуляторами: заборгованість з/п, млн грн; рівень безробіття, %.

Щодо розподілу областей за рейтинговою оцінкою регіональних ринків праці, то всі без винятку області потрапили у третю групу за градацією значень функції Харрінгтона D, яка характеризується задовільним рівнем використання трудових ресурсів: регіон має низький рівень використання трудових ресурсів та задовільний стан безробіття.

Побудований рейтинг регіональних ринків праці за зазначеними показниками вказує на першість м. Києва та Одеської області; друге місце поділили Чернігівська, Черкаська Херсонська та Харківська області. Передостаннє та останнє місця зайняли відповідно Донецька та Волинська області. З отриманих даних видно, що всі регіони мають низький рівень оцінки ринку праці. Серед усіх областей лише Одеська має найвищу оцінку – 0,622; найнижчу – Волинська область – 0,469. За допомогою функції Харрінгтона знайдено інтегральну оцінку регіональних ринків праці, та встановлено, що всі без винятку області неефективно використовують трудовий потенціал та мають задовільний стан безробіття.

Значущими чинниками, які впливають на ріст рівня безробіття в країні, є макроекономічні, що описують стан національного виробництва, зростання цін, інфляції, рівня заробітної плати. Тому нами в модель були введені показники середньої заробітної плати у доларах США, рівень економічно активного населення у %, ВВП на одну особу у доларах США та індекс інфляції.

Для кожного із зазначених факторів було побудовано парні моделі регресії, що дало змогу виявити основні чинники, які й були включені у рівняння множинної регресії. Ідентифікація багатofакторної моделі: Y (результативна ознака) – рівень безробіття; (факторні ознаки) x_1 – середня заробітна плата у доларах; x_2 – рівень економічно активного населення, %; x_3 – ВВП на одну особу у доларах; x_4 – індекс інфляції. Для побудови моделі було використано

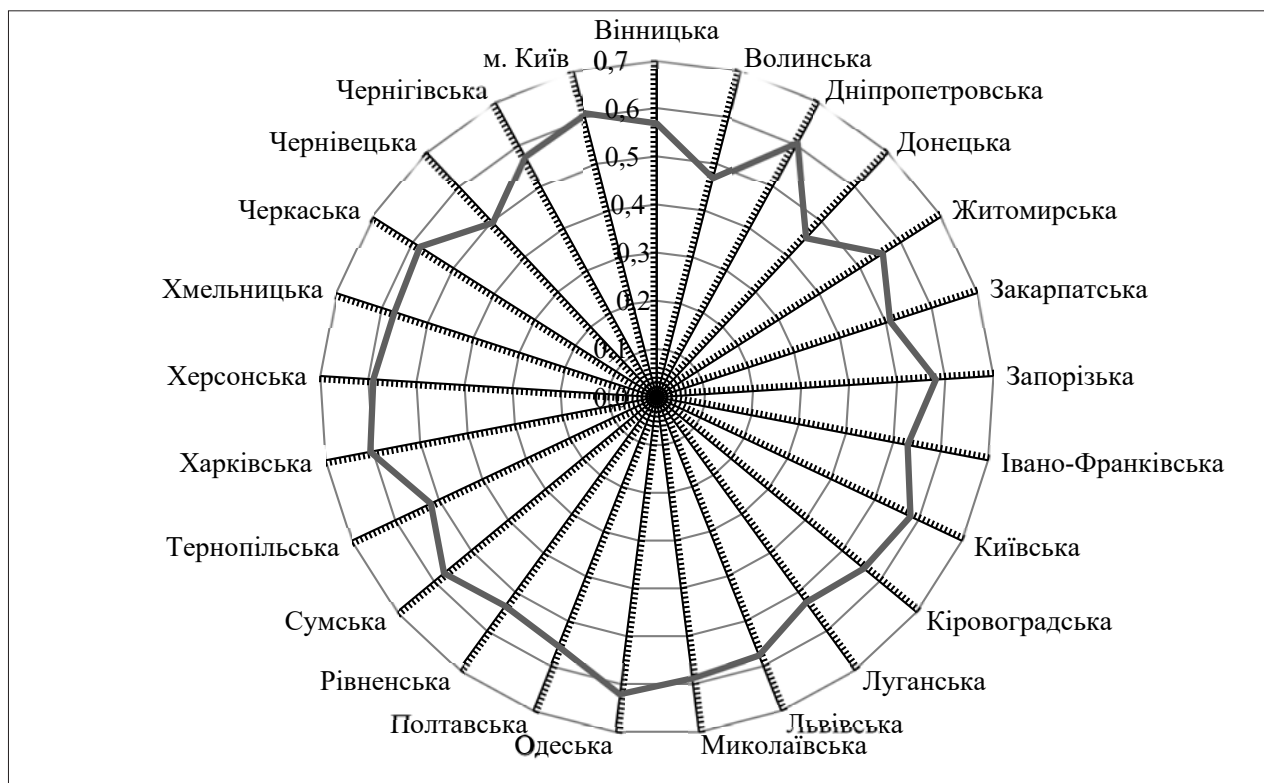


Рис. 3. Рейтингова оцінка регіональних ринків праці України, 2020 р.

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

Таблиця 1

Інформаційна база факторного аналізу рівня безробіття в Україні

Роки	Рівень безробіття, %	Сер. з/пл., дол.	Рівень економічно активного насел., %	ВВП на 1 особу, дол.	Індекс інфляції
2000	12,4	42,47	43,12	635,7	125,8
2001	11,7	58,01	43,06	780,7	106,1
2002	10,3	70,59	43,29	879,0	99,4
2003	9,7	86,74	43,53	1048,8	108,2
2004	9,2	111,02	43,64	1367,5	112,3
2005	7,8	157,30	44,05	1829,2	110,3
2006	7,4	206,51	44,44	2303,8	111,6
2007	6,9	267,87	44,81	3069,1	116,6
2008	6,9	343,43	44,21	3892,5	122,3
2009	9,6	245,05	44,17	2546,0	112,3
2010	8,8	283,12	44,37	2974,4	109,1
2011	8,6	331,24	44,77	3570,8	104,6
2012	8,1	379,42	45,08	3856,8	99,8
2013	7,7	409,59	44,34	4030,3	100,5
2014	9,7	292,32	40,68	3014,6	124,9
2015	9,5	162,60	40,63	2115,4	143,3
2016	9,7	203,02	40,56	2185,9	112,4
2017	9,9	267,16	41,03	2640,3	113,7
2018	9,1	325,99	41,48	3095,2	109,8
2019	8,6	406,40	40,68	3659,8	104,1
2020	9,9	430,21	43,12	3 586,9	105,0
сер.	9,12	241,91	43,10	2527,75	112,00
станд. від.	1,37	119,69	1,54	1072,41	10,09

Джерело: складено авторами за даними [11]

дані Державної служби статистики України [11], масив зазначених показників за період 2000–2020 рр.

В економічній практиці під час побудови економетричної моделі часто можна зустрітися з проблемою взаємозв'язку (мультиколінеарності) між пояснюючими змінними моделі. Тому перевіримо масив факторних змінних на наявність мультиколінеарності. Найбільш повне дослідження явища мультиколінеарності дає алгоритм Феррара – Глобера [12, с. 133], який включає у себе три критерії. Результати розрахунків наведено в табл. 2.

Табличне значення χ^2 -критерію Спірмена для ступенів вільності $\frac{1}{2}m(m-1) = \frac{1}{2}4(4-1) = 6$ і рівня значущості $\alpha = 0,01$ дорівнює 16,81. Оскільки $\chi_{\text{факт}}^2 > \chi_{\text{таб}}^2$, доходимо до висновку, що в масиві змінних існує мультиколінеарність. Критичне (табличне) значення F-критерію $F_{\text{таб}} = 3,20$. Можна бачити, що для рівня значущості $\alpha = 0,05$ (95% довіри) і ступенів вільності $n-m = 21-4 = 17$ та $m-1 = 3$ для отриманих результатів F_i лише друга і четверта змінні, для яких $F_i < F_{\text{таб}}$, не пов'язані з іншими. Для всіх інших змінних $F_{\text{факт}} > F_{\text{таб}}$, що свідчить про наявність мультиколінеарності між кожною із цих змінних та іншими.

Критичне значення t-критерію за $n-m$ ступенях вільності і рівня значущості $\alpha = 0,001$ дорівнює $t_{\text{таб}} = 3,646$. Обчислення показують, що фактичні значення t-критерію за модулем t_{14}, t_{13} перевищують табличне значення $t_{\text{таб}} = 3,646$. Тому для позбавлення мультиколінеарності доцільно виключити з моделі першу змінну і побудувати трифакторну модель, ураховуючи дані лише ВВП на одну особу в доларах, індекс інфляції та рівень

економічно активного населення. Для розрахунку параметрів рівняння регресії скористалися пакетом аналізу даних функції Regression, результати наведено в табл. 3.

Для функції Y стандартна похибка дорівнює 1, множинний $R^2 = 0,75 R^2$ (нормований) = 0,49. Таким чином, для вихідної бази даних рівняння регресії матиме вигляд: $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 = 28,74 - 0,36x_1 - 0,0008x_2 - 0,0198x_3$.

Вільний член $b_0 = 28,748$ слід розуміти формально. Коефіцієнти регресії b_1, b_2 та b_3 указують на ступінь впливу незалежних змінних на рівень безробіття за умови, що всі інші змінні залишаються незмінними.

Множинний коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює 0,75, що становить 75%. Тобто 75% зміни рівня безробіття зумовлено дією факторів, які увійшли до моделі. Інша варіація, 25% припадає на невраховані факторні ознаки. Оцінка адекватності регресійної моделі здійснюється за F-критерієм Фішера. Якщо $R^2_{\text{розрах}} > R^2_{\text{крит}}$, то із заданою ймовірністю можна стверджувати про адекватність побудованої моделі. Оскільки величина $F_{\text{розрах.}} = 7,49$ перевищує табличне значення за $\alpha = 0,05$ ($k_1 = 3; k_2 = 17$) $F_{\text{крит.}} = 3,20$, то з достовірністю 95% можна стверджувати, що побудована модель є надійною та статистично значущою (традиційний підхід до застосування F-критерію). Сучасний підхід передбачає порівняння фактичної значущості F-критерію = 0,002 (табл. 2) із прийнятим рівнем значущості $\alpha = 0,05$. Оскільки $0,002 < 0,05$, то нульова гіпотеза $H_0: R^2 = 0$ відхиляється і з достовірністю 95% можна стверджувати, що модель статистично надійна і значуща.

Розраховані коефіцієнти парної кореляції між рівнем безробіття та вибраними факторами свідчать, що найвищий обернений зв'язок у даній моделі має рівень економічно

Таблиця 2

Результати розрахунків за алгоритмом Феррара – Глобера

Критерії	Фактичні (розраховані) значення	Крит. знач.
Спірмена (χ^2 -критерій)	$\chi_{\text{факт}}^2 = 71,73$	$\chi_{\text{таб}}^2 = 16,81$
Фішера (F-критерій)	$F_1 = 7,83; F_2 = 0,16; F_3 = 7,47; F_4 = 0,21$	$F_{\text{таб}} = 3,2$
Ст'юдента (t-критерій)	$t_{12} = 3,14; t_{13} = -26,4; t_{14} = 3,7;$ $t_{23} = -3,12; t_{24} = 3,41; t_{34} = -3,47$	$t_{\text{таб}} = 3,646$

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

Таблиця 3

ANOVA-аналіз багатфакторної моделі безробіття

Множинний R^2	0,75				
R^2	0,57				
Нормований R^2	0,49				
Стандартна похибка	1,00				
Спостереження	11				
	df	SS	MS	F	Значимість F
Регресія	3	22,58	7,53	7,53	0,002
Залишок	17	17,09	1,05		
Разом	20	39,67			

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

Таблиця 4

Статистичні параметри трифакторної моделі рівня безробіття в Україні

Показники	Коефіцієнт парної кореляції	Стандартна похибка	t критерій	Рівень значимості p
Вільний член	28,7484	8,1690	3,5192	0,0026
Незалежна змінна x_1	-0,3557	0,1557	-2,2846	0,0355
Незалежна змінна x_2	-0,0008	0,0002	-3,9854	0,0010
Незалежна змінна x_3	-0,0198	0,0239	-0,8262	0,4201

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

активного населення (-0,356). Друге місце – індекс інфляції (-0,0198), і майже незначним є вплив третього фактора – ВВП на одну особу. Розраховані коефіцієнти моделі вважаються значимими, якщо його значення t -критерію за абсолютною величиною перевищує табличне значення $t = 1,33$ із заданим рівнем значущості 0,9 та ступенем вільності $n-m = 21-3 = 18$. У нашій моделі для коефіцієнтів b_0 , b_1 та b_2 показники за критерієм Ст'юдента: $t_{b_0} = 3,5192$; $t_{b_1} = -2,2846$ та $t_{b_2} = -3,9854$. Лише $t_{b_3} = -0,8262$. Таким чином, усі розраховані коефіцієнти моделі, крім четвертого (індекс інфляції), є значимими за критерієм Ст'юдента. Статистична значущість розрахованих коефіцієнтів моделі перевіряється, аналізуючи розрахований рівень значущості p . Коефіцієнт визнається значущим, якщо розраховане для нього p -значення (ці дані отримуємо в пакеті аналізу даних функція Regression, табл. 4) менше або дорівнює 0,05 (тобто для 95% рівня довіри). Зазначений показник для розрахованих коефіцієнтів моделі: $p_{b_0} = 0,026$; $p_{b_1} = 0,072$ і $p_{b_2} = 0,168$, $p_{b_3} = 0,168$. Порівнюючи розраховані значення p для коефіцієнтів моделі, можна стверджувати про статистичну значущість знов-таки всіх параметрів моделі, окрім останнього, четвертого. Таким чином, модель є адекватною, параметри статистично значущими, окрім останнього – індексу інфляції.

Для визначення необхідності включення у рівняння багатфакторної регресії певних факторів, а також оцінки одержаного рівняння на відповідність виявленим зв'язкам проаналізуємо матрицю коефіцієнтів кореляції.

Парні коефіцієнти кореляції засвідчують різну силу зв'язків рівня зайнятості населення з окремими факторами. Але можемо бачити, що виключений перший фактор «середня заробітна плата у доларах» мав серед інших найбільший вплив на результативний показник – рівень безробіття.

Ураховуючи, що виключений перший фактор мав серед інших найбільший вплив на результативний показник, для побудови багатфакторної моделі застосуємо метод

головних компонент. Він допоможе дослідити взаємозв'язки між показниками, виправляючи мультиколінеарність під час проведення багатфакторного кореляційно-регресійного аналізу.

Матриця парних коефіцієнтів кореляції R має вигляд [12, с. 133]:

$$R^* = \begin{pmatrix} 1 & 0,036 & 0,978 & -0,261 \\ 0,036 & 1 & 0,104 & -0,402 \\ 0,978 & 0,104 & 1 & -0,170 \\ -0,261 & -0,402 & -0,170 & 1 \end{pmatrix}$$

Характеристична матриця для матриці R^* має вигляд:

$$R^* - \lambda E = \begin{pmatrix} 1-\lambda & 0,036 & 0,978 & -0,261 \\ 0,036 & 1-\lambda & 0,104 & -0,402 \\ 0,978 & 0,104 & 1-\lambda & -0,170 \\ -0,261 & -0,402 & -0,170 & 1-\lambda \end{pmatrix}$$

Знайдемо власні значення матриці R^* . Для цього запишемо визначник матриці та на підставі рівняння четвертого степеню [12, с. 131]:

$$\lambda^4 - \lambda^4 + 4,773\lambda^2 - 1,661\lambda + 0,018.$$

За формулою Кардана знайдемо:

$$\lambda_4 = 2,108, \lambda_3 = 1,289, \lambda_2 = 0,593, \lambda_1 = 0,011.$$

У матриці Λ власних значень λ , записані по головній діагоналі матриці, причому в порядку зменшення від найбільшого значення [12, с. 132]. Матриця R^* має вигляд:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 2,108 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1,289 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,593 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,011 \end{pmatrix}$$

Розраховані власні значення λ , характеризують внески відповідних головних компонент у сумарну дисперсію вхідних ознак X_1, X_2, X_3 . Перша компонента пояс-

$$\begin{pmatrix} \text{рівень зайнятості у} & 1 & -0,56 & -0,41 & -0,66 & 0,12 \\ \text{середня заробітна плата х} & -0,56 & 1 & 0,036 & 0,978 & -0,26 \\ \text{рівень ек. актив. насел. х} & -0,41 & 0,036 & 1 & 0,10 & -0,40 \\ \text{ВВП на 1 особу х} & -0,66 & 0,978 & 0,10 & 1 & -0,17 \\ \text{Індекс інфляції х4} & 0,12 & -0,26 & -0,40 & -0,17 & 1 \end{pmatrix}$$

F	1,85	1,29	1,04	1,08	0,94	0,49	0,10	-0,38	-0,82	-0,11	-0,52	-1,09	-1,52	-1,63	0,11	1,39	0,53	0,08	-0,46	-1,05	-1,31
	-0,07	-1,02	-1,42	-0,99	-0,70	-0,79	-0,68	-0,29	0,57	-0,41	-0,50	-0,67	-0,90	-0,47	1,86	2,41	0,91	1,00	0,82	1,13	0,21
	0,93	-0,90	-1,38	-0,39	0,11	0,25	0,68	1,51	1,85	0,64	0,54	0,46	0,24	-0,08	-0,08	1,44	-1,46	-0,99	-1,02	-1,89	-0,45
	1,75	-0,24	-0,67	0,20	0,08	-0,12	0,08	-0,46	-1,03	0,69	0,00	-1,18	-0,52	-0,22	-0,22	-0,22	-1,46	-0,25	0,14	0,20	3,44

нює $\frac{2,108}{3} * 100\% = 52,7\%$ сумарної дисперсії, друга – 32,2%, третя – 14,8%, четверта – лише 0,3%. Загальний внесок перших трьох компонент становить 99,7%, незважаючи на це, залишимо всі факторні ознаки для побудови моделі методом головних компонент. Знайдені власні вектори:

$$U_4 \begin{pmatrix} 6,790 \\ 0,857 \\ -6,632 \\ 1 \end{pmatrix}; U_3 \begin{pmatrix} -0,026 \\ 0,927 \\ 0,244 \\ 1 \end{pmatrix}; U_2 \begin{pmatrix} 0,428 \\ -1,181 \\ 0,437 \\ 1 \end{pmatrix}; U_1 \begin{pmatrix} -2,006 \\ -0,614 \\ -1,983 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Норма кожного з векторів становить [12, с. 132]:

$$|U_1| = \sqrt{(-2,006)^2 + (-0,614)^2 + (-1,983)^2 + 1^2} = 3,055$$

$$|U_2| = \sqrt{0,428^2 + (-1,181)^2 + 0,437^2 + 1^2} = 1,664$$

$$|U_3| = \sqrt{(0,026)^2 + 0,927^2 + 0,244^2 + 1^2} = 1,385$$

$$|U_4| = \sqrt{6,790^2 + 0,875^2 + (-6,632)^2 + 1^2} = 9,582.$$

Матриця нормованих векторів складатиметься зі стовпчиків-векторів, але нормованих (поділених) на довжину відповідного вектору, і матиме вигляд:

$$V = \begin{pmatrix} -0,657 & 0,257 & -0,019 & 0,709 \\ -0,201 & -0,710 & 0,669 & 0,089 \\ -0,649 & 0,263 & 0,176 & -0,692 \\ 0,327 & 0,601 & 0,722 & 0,104 \end{pmatrix}$$

Матриця факторних навантажень:

$$W = V * \lambda^{-1/2} = \begin{pmatrix} -0,953 & 0,292 & -0,014 & 0,074 \\ -0,292 & -0,806 & 0,515 & 0,009 \\ -0,942 & 0,298 & 0,136 & -0,073 \\ 0,475 & 0,682 & 0,556 & 0,011 \end{pmatrix}$$

Проаналізувавши матрицю факторних навантажень W , бачимо, що перша компонента пов'язана майже з усіма іншими. Побудуємо матрицю значень головних компонент $F = W^{-1} * Z^T$, де Z^T – транспонована матриця нормалізованих даних факторних ознак F .

Перевірка отриманих даних на наявність мультиколінеарності через розрахунок визначника кореляційної матриці:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -0,002 \\ 0 & 1 & 0 & 0,002 \\ 0 & 0 & 1 & -0,004 \\ -0,002 & 0,002 & -0,004 & 1 \end{pmatrix}$$

Визначник матриці рівний одиниці. Тобто для головних компонент явище мультиколінеарності відсутнє. Отже, транспоновану матрицю F можна використовувати як вхідну інформацію для побудови чотирифакторної економетричної моделі. За допомогою функції «Регресія» в MSExcel побудовано чотирифакторну модель за даними матриці значень головних компонент:

Для функції Y стандартна похибка дорівнює 0,89, R^2 (нормований) = 0,60, множинний $R^2 = 0,83$. Слід зазначити, що множинний коефіцієнт детермінації у чотирифакторній моделі, побудованій методом головних компонент, суттєво збільшився порівняно з трифакторною моделлю ($R^2 = 0,75$). Таким чином, для вихідної бази даних рівняння регресії матиме вигляд:

$$y = 9,119 + 0,869 x_1 + 0,055 x_2 - 0,512 x_3 + 0,513 x_4.$$

Вільний член $b_0 = 0,119$, має лише математичний зміст. Коефіцієнти регресії b_1, b_2, b_3 та b_4 указують на ступінь впливу лише зазначених факторів на рівень безробіття в Україні за умови незмінності інших. Множинний коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює 0,825. Тобто 82,5% зміни рівня безробіття зумовлено дією факторів, що увійшли до моделі, лише 17,5% припадає на інші невраховані факторні ознаки.

Таблиця 5

ANOVA-аналіз моделі безробіття за методом головних компонент

Множинний R^2	0,83				
R^2	0,68				
Нормований R^2	0,60				
Стандартна похибка	0,89				
Спостереження	21				
	df	SS	MS	F	Значимість F
Регресія	4	27,03	6,76	8,54	0,00069
Залишок	16	12,65	0,79		
Разом	20	39,67			

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

Слід зазначити, що метод головних компонент не лише позбавив явища мультиколінеарності між факторними змінними, а ще поліпшив саму модель: збільшилися коефіцієнти детермінації (загальний, нормований та множинний). Оцінка адекватності регресійної моделі здійснюється за F-критерієм Фішера. Величина $F_{розрах.} = 8,54$ перевищує табличне значення за $\alpha = 0,05$ ($k_1 = 4$; $k_2 = 17$) $F_{крит.} = 3,20$. Таким чином, із достовірністю 95% можна стверджувати, що побудована модель є надійною та статистично значущою. Порівняння фактичної значущості F-критерію з $F_{розрах.} = 0,00069$ (табл. 2.7) із прийнятим рівнем значущості $\alpha = 0,05$ набагато менше за встановлений рівень 0,05, тобто з достовірністю 95% можна стверджувати, що модель статистично надійна і значуща.

У побудованій моделі для коефіцієнтів b_0 , b_1 і b_2 показники за критерієм Стьюдента: $t_{b_0} = 47,0016$; $t_{b_1} = 4,4796$ та $t_{b_3} = -2,6388$ $t_{b_4} = -2,6593$. Лише $t_{b_2} = -2,6593$. Таким чином, усі розраховані коефіцієнти моделі, окрім другого, що стоїть при факторі «рівень економічно активного населення», є значимими за критерієм Стьюдента. Аналогічна ситуація і зі статистичною значущістю розрахованих коефіцієнтів моделі. Розраховані значення p для коефіцієнтів моделі також указують на статистичну значущість усіх розрахованих коефіцієнтів, окрім другого. Модель рівня

безробіття з головними компонентами, де вільний член – середнє значення результативної ознаки 9,12, матиме вигляд:

$$y = 9,12 + 0,87 x_1 + 0,055 x_2 - 0,512 x_3 + 0,513 x_4.$$

На рис. 4 відображено динаміку фактичного та теоретичного (за побудованою чотирифакторною моделлю) рівнів безробіття. Слід зазначити, що фактичні значення візуально достатньо чітко апроксимуються побудованою моделлю.

Випадкові відхилення теоретичних значень результуючої змінної від фактичних розраховано і наведено в табл. 7.

Обрахуємо коефіцієнт детермінації

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n e^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 0,764.$$

Коефіцієнт множинної детермінації показує, що в середньому варіація рівня зайнятості населення у зв'язку зі зміною поданих факторів становить 61,7%. Вибірковий коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,874$ характеризує щільний зв'язок рівня зайнятості населення з поданими факторами.

Щоб визначити випадковість наявних взаємозв'язків у моделі, обчислимо F-критерій:

$$F_{sp} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m} = 18,19.$$

Таблиця 6

Статистичні параметри моделі рівня безробіття населення України

Коефіцієнти	Коефіцієнт парної кореляції	Стандартна похибка	t-критерій	Рівень значимості p
Вільний член	9,1190	0,1940	47,0016	0,0000
Незалежна змінна x_1	0,8693	0,1940	4,4796	0,0004
Незалежна змінна x_2	0,0548	0,1940	0,2822	0,7814
Незалежна змінна x_3	-0,5121	0,1941	-2,6388	0,0179
Незалежна змінна x_4	0,5128	0,1928	2,6593	0,0171

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

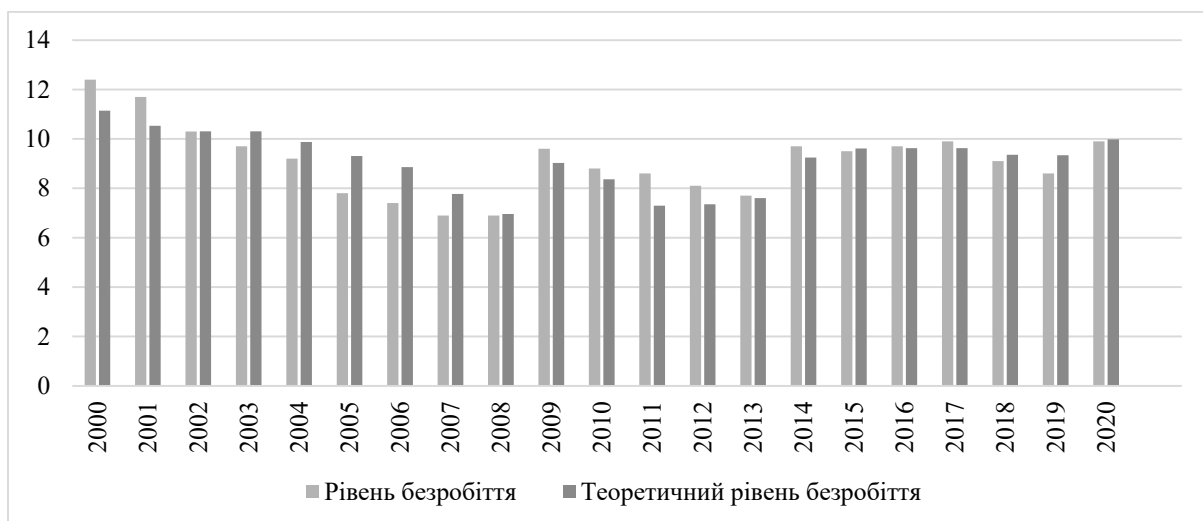


Рис. 4. Значення теоретичного і фактичного рівнів безробіття в Україні

Джерело: розраховано і складено авторами за даними [11]

Таблиця 7

Розрахункова таблиця оцінки залишків (випадкових величин)

Роки	Рівень безробіття, %	\hat{y}	$e=y-\hat{y}$	e^2	$e_i - e_{i-1}$	$(y_i - \bar{y})^2$
2000	12,4	11,14	1,26	1,577		10,765
2001	11,7	10,53	1,17	1,372	0,007	6,661
2002	10,3	10,30	0,00	0,000	1,383	1,395
2003	9,7	10,31	-0,61	0,368	0,362	0,338
2004	9,2	9,88	-0,68	0,456	0,005	0,007
2005	7,8	9,31	-1,51	2,280	0,697	1,740
2006	7,4	8,86	-1,46	2,131	0,003	2,955
2007	6,9	7,77	-0,87	0,756	0,349	4,924
2008	6,9	6,96	-0,06	0,003	0,660	4,924
2009	9,6	9,03	0,57	0,327	0,395	0,231
2010	8,8	8,36	0,44	0,191	0,018	0,102
2011	8,6	7,30	1,30	1,701	0,752	0,269
2012	8,1	7,35	0,75	0,556	0,312	1,038
2013	7,7	7,60	0,10	0,009	0,422	2,014
2014	9,7	9,25	0,45	0,205	0,127	0,338
2015	9,5	9,61	-0,11	0,013	0,319	0,145
2016	9,7	9,63	0,07	0,005	0,034	0,338
2017	9,9	9,63	0,27	0,074	0,040	0,610
2018	9,1	9,36	-0,26	0,067	0,283	0,000
2019	8,6	9,34	-0,74	0,548	0,231	0,269
2020	9,9	9,98	-0,08	0,007	0,431	0,610
Разом				6,829	11,070	28,908

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

$F_{теор} = 4,89F_{кр}$, $F_{теор} = 3,16 < F_{кр}$, отже, дана модель може використовуватися для подальшої оцінки тенденцій ринку праці на перспективу. Для дослідження значущості факторних ознак обчислимо t -статистики.

$$t_{кр} = \frac{R \cdot \sqrt{n-m-1}}{\sqrt{1-R^2}} = 6,965.$$

Критичне значення t -статистики більше за теоретичне $t_{теор} = 2,1$ – коефіцієнт кореляції є достовірним, фактори істотно впливають на результативний показник.

Запропонована багатфакторна модель залежності рівня зайнятості населення від середньої заробітної плати у дол., рівня економічно активного населення, ВВП на одну особу у дол. та рівня інфляції є адекватною, тому її можна використовувати для подаль-

шого моделювання та прогнозування регіональних ринків праці в Україні. Маючи динаміку факторів впливу на рівень безробіття за період 2000–2020 рр., а також побудовану багатфакторну модель безробіття, можна зробити точкову оцінку прогнозу рівня безробіття на перспективу.

Очевидно, що ми не можемо спрогнозувати рівень безробіття, використовуючи лише саму його тенденцію у часі, те саме і розглядалося б як прогнозування фактору за самим фактором. Але у нас є наявна тенденція фактору впливу, що за своєю сутністю визначає поведження тенденції процесу безробіття (це впливає з обчисленого нами коефіцієнта кореляції). І саме ця передбачувана тенденція дає нам змогу спрогнозувати рівень безробіття згідно зі значеннями

Таблиця 8

Прогнозні розрахунки факторних ознак моделі безробіття

Фактор	Рівняння регресії	Коеф. детер. R^2	Прогнозне значення	
			за моделлю	нормалізоване
Середні з/п у дол.	$y = 0,0496t^4 - 2,0441t^3 + 25,821t^2 - 83,972t + 121,81$	0,852	515,31	2,28
Рівень економічно активного населення, %	$y = 0,00004t^5 - 0,0014t^4 + 0,0108t^3 + 0,0138t^2 - 0,0947x + 43,201$	0,807	40,98	-1,38
ВВП на 1 особу, дол.	$y = 0,4279t^4 - 17,846t^3 + 224,09t^2 - 668,43t + 1206,5$	0,847	5174,53	2,47
Індекс інфляції, %	$y = 0,0002t^6 - 0,0151t^5 + 0,4032t^4 - 5,187t^3 + 32,868t^2 - 92,201t + 191,67$	0,574	123,41	1,13
Рівень інфляції за побудованою моделлю: $y = 9,12 + 0,87x_1 + 0,055x_2 - 0,512x_3 + 0,513x_4$			10,34 %	

Джерело: розраховано авторами за даними [11]

кожного з факторів. Оцінимо на перспективу 2021 р. рівні факторних ознак за динамічними моделями.

Отже, за оцінкою факторних ознак за динамічними моделями у 2021 р. очікується середня заробітна плата 515,31 дол., рівень економічно активного населення – 40,98%, ВВП на одну особу – 5 174,53 дол., індекс інфляції – 123,41%. Зазначені фактори нормалізовано і внесено до таблиці 2.10. Підставивши у побудовану багатофакторну модель $y = 9,12 + 0,87x_1 + 0,055x_2 - 0,512x_3 + 0,513x_4$ нормалізовані дані факторних ознак, оцінених на 2021 р. (табл. 8), отримали точкову оцінку рівня безробіття на 2021 р. 10,34%.

Висновки і пропозиції. Проблема безробіття залишається ключовою в ринковій економіці будь-якої країни. В Україні динаміка безробіття є нестабільною, але у цілому ситуація на ринку праці знаходиться під контролем, про що свідчить рівень зайня-

тості економічно активного населення. Слід відзначити, що, незважаючи на досить високий рівень безробіття в Україні, він нижчий порівняно з показниками деяких країн Європейського Союзу (Іспанія, Італія, Хорватія). Регіональне дослідження проблеми вказує на неоднозначність ситуації в різних областях країни, що пов'язано зі специфікою регіональних економік, нерівномірністю соціально-економічного розвитку регіонів, зокрема ефективністю використання наявного ресурсного потенціалу та специфікою розвитку ринкових відносин.

Прогнозування рівня безробіття за побудованою моделлю свідчить, що чисельність безробітних має зрости майже до 10,34%, тому своєчасна реалізація ефективної соціально-економічної політики, спрямованої на зменшення рівня безробіття та підвищення рівня зайнятості економічно активного населення, має запобігти негативній тенденції.

Список використаних джерел:

1. Klebanova T., Guryanova L., Daradkeh Y., Kavun S. Approach to the Assessment Irregularity and Cyclic Dynamics of Territorial Development. *Asian Economic and Financial Review, Asian Economic and Social Society*. 2013. Vol. 3(12). P. 1620–1641. URL: [http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/eco/3/aefr%203\(12\),%201620-1641.pdf](http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/eco/3/aefr%203(12),%201620-1641.pdf) (дата звернення: 20.05.2021).
2. Лук'яненко І.Г., Донкоглова Т.О. Емпірична оцінка процесів дестабілізації на ринку праці України. *Ефективна економіка*. 2018. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.ua> (дата звернення: 20.05.2021).
3. Новік А.Ю. Моделювання процесів внутрішньої міграції за допомогою методу системної динаміки. *Наукові Записки НаУКМА. Серія «Економічні науки»*. 2017. № 1. С. 103–109.
4. Приймак В., Ковалевич Н., Возняк О. Математичне моделювання динаміки безробіття в період кризи: формування ринкової економіки в Україні. *Формування ринкової економіки в Україні*. 2011. Вип. 23. Ч. 2. С. 241–247.
5. Тарасова К.І. Статистичне дослідження проблем безробіття в Україні в регіональному розрізі. *Економіка та суспільство*. 2018. № 14. С. 745–752. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/issue/view/27> (дата звернення: 12.05.2021).
6. Скорик І.Г. Аналіз основних проблем та необхідність регулювання ринку праці в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2017. № 2. Т. 1(246). С. 69–73. URL: http://lib.khnu.km.ua/pdf/visnyk_tup/2017/VKNU-ES-2017-N2-Volume1_246.pdf (дата звернення: 12.05.2021).
7. Федоришина Л.М. Безробіття в Україні: актуальні проблеми і шляхи вирішення. *Сталий розвиток економіки*. 2015. № 4. С. 103–108.
8. Azmat G. Gender Gaps in Unemployment Rates in OECD Countries. URL : https://www.jstor.org/stable/10.1086/497817?seq=1#page_scan_tab_contents (дата звернення: 25.05.2021).
9. Fostena J. Dynamic persistence in the unemployment rate of OECD countries. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod> (дата звернення: 25.05.2021).
10. Hatzinikolaou D. A Reduced-form Equation for the Unemployment Rate Estimated from a Panel of Nineteen OECD Countries. URL: <https://www.esr.ie/article/view/399> (дата звернення: 21.05.2021).
11. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 15.05.2021).
12. Руська Р.В. Економетрика : навчальний посібник. Тернопіль : Тайп, 2012. 224 с.

References:

1. Klebanova T., Guryanova L., Daradkeh Y., Kavun S. (2013) Approach to the Assessment Irregularity and Cyclic Dynamics of Territorial Development. *Asian Economic and Financial Review, Asian Economic and Social Society*, vol. 3(12), pp. 1620–1641. Available at: [http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/eco/3/aefr%203\(12\),%201620-1641.pdf](http://www.conscientiabeam.com/pdf-files/eco/3/aefr%203(12),%201620-1641.pdf) (accessed 20 May 2021).
2. Luk'janenko I.Gh., Donkoghlova T.O. (2018) Empirical assessment of destabilization processes in the labor market of Ukraine. *Efektivna ekonomika*, no. 9. Available at: <http://www.economy.nayka.ua> (accessed 20 May 2021).
3. Novik A.Ju. (2017) Modeljvannja procesiv vnutrishnjoji mighraciji za dopomoghoju metodu systemnoji dynamiky [Modeling of internal migration processes using the method of system dynamics]. *Naukovi Zapysky NaUKMA. Serija "Ekonomichni Nauky"*, no. 1, pp. 103–109.
4. Pryjmak V., Kovalevyh N., Voznjak O. (2011) Matematychnе modeljvannja dynamiky bezrobittja v period kryzy: formuvannja rynkovoji ekonomiky v Ukrajinі [Mathematical modeling of unemployment dynamics during the crisis: the formation of a market economy in Ukraine]. *Formuvannja rynkovoji ekonomiky v Ukrajinі. Ljvivskij nacionalnij universytet imeni Ivana Franka*, vol. 23, pp. 241–247.
5. Tarasova K.I. (2018) Statystychnе doslidzhennja problem bezrobittja v Ukrajinі v reghionalnomo rozrizi [Statistical study of unemployment problems in Ukraine in the regional context]. *Ekonomika ta suspiljstvo*, no. 14, pp. 745–752. Available at: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/issue/view/27> (accessed 12 May 2021).

6. Skoryk I.Gh. (2017) Analiz osnovnykh problem ta neobkhidnistj reghuljuvannja rynku praci v Ukraini [Analysis of the main problems and the need to regulate the labor market in Ukraine]. *Visnyk Khmeljnyckogho nacionaljnogho universytetu*, no. 2, vol. 1(246), pp. 69–73. Available at: http://lib.khnu.km.ua/pdf/visnyk_tup/2017/VKNU-ES-2017-N2-Volume1_246.pdf (accessed 12 May 2021).
7. Fedoryshyna L.M. (2015) Bezrobitnja v Ukraini: aktualni problemy i shljakhy vyrishennja [Unemployment in Ukraine: current problems and solutions]. *Stalij rozvytok ekonomiky*, no. 4, pp. 103–108.
8. Azmat G. Gender Gaps in Unemployment Rates in OECD Countries. Available at: https://www.jstor.org/stable/10.1086/497817?seq=1#page_scan_tab_contents (accessed 25 May 2021).
9. Fostena J. Dynamic persistence in the unemployment rate of OECD countries. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod> (accessed 25 May 2021).
10. Hatzinikolaou D. A Reduced-form Equation for the Unemployment Rate Estimated from a Panel of Nineteen OECD Countries. Available at: <https://www.esr.ie/article/view/399> (accessed 21 May 2021).
11. Oficijnyj sajт Derzhavnoji sluzhby statystyky Ukrainy. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed 15 May 2021).
12. Rusjka R.V. (2012) *Ekonometryka [Econometrics]*. Ternopil: Tajp. (in Ukrainian)

**Довгенко Я. А.
Халецкая З. П.
Яременко Л. И.**

Центральноукраинский государственный педагогический университет
имени Владимира Винниченка

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗРАБОТИЦЫ В УКРАИНЕ: КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Резюме

В статье исследовано современное состояние уровня безработицы в Украине. Проанализированы динамика, структура безработных по причинам увольнения, исследован гендерный аспект. Рассчитаны комплексные оценки ресурсов трудового потенциала по областям и построен рейтинг регионов. Проанализирована диспропорция по функции желательности Харрингтона с учетом факторов-стимуляторов и дестимуляторов. Определены основные макроэкономические факторы влияния на уровень безработицы в Украине. Проанализированы структурные и корреляционно-регрессионные связи. Построена модель безработицы методом главных компонент. Построены динамические модели факторных переменных и оценено их значение на перспективу. Через нормированные значения оценок факторных переменных по динамическим моделям спрогнозирован уровень безработицы в Украине.

Ключевые слова: уровень безработицы, функция желательности, эконометрическая модель, мультиколлинеарность, метод главных компонент, матрица факторных нагрузок.

**Dovhenko Yana
Khaletska Zoia
Yaremenko Lyudmila**

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University

RESEARCH AND MODELING OF THE UNEMPLOYMENT IN UKRAINE: CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS

Summary

The aim of the study is to conduct a statistical analysis of the modern labor market and adapt a multivariate econometric model of unemployment in Ukraine using the principal component analysis. The paper investigated the current state of unemployment in Ukraine for the last two decades. The dynamics of the unemployment rate and employment of the economically active population in Ukraine is analyzed. The analysis of the structure of the unemployed for reasons of dismissal and the tendency of changes in the size of the working age population is carried out. The gender aspect of the number of the unemployed population is investigated. Comprehensive assessments of the resources of labor potential by regions have been calculated and a rating of regions has been built. The disproportionality behind the Harrington's desirability function was analyzed taking into account the factors of stimulants and de-stimulants. The rating assessment of unemployment for regional labor markets of Ukraine is given for the gradation of values of the desirability function. The main macroeconomic factors of influence on the level of unemployment in Ukraine have been determined. Structural and correlation-regression relationships have been analyzed. The identification of the model has been carried out. The multivariate unemployment model was adapted. The factorial database was checked for the presence of multicollinearity behind the Ferrer – Gloger algorithm based on the criteria: Fisher, Spearman and Student. With the help of component analysis, the study of the relationship between factor variables was carried out. The factor loading matrix was constructed and analyzed. The matrix of the values of the principal components was calculated. The model of unemployment is constructed by the principal component analysis. The model was tested for adequacy, its economic content was analyzed. The residuals (random variables) are estimated to establish the quality of the constructed multivariate model. Dynamic models of factorial variables were built and their values for the next year were estimated. Through the normalized values of estimates of factor variables for dynamic models, the unemployment rate in Ukraine for the future (2021) was calculated.

Keywords: unemployment rate, desirability function, econometric model, multicollinearity, principal component analysis, factor loadings matrix.