З. І. Кобеля,

к. е. н., доцент, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ORCID ID: 0000-0002-5135-4402

Я. В. Мельник,

студент 3 курсу, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ORCID ID: 0000-0001-6825-8487

DOI: 10.32702/2306-6806.2020.7.145

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ДЕМОГРАФІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЛЮДСЬКИЙ РОЗВИТОК

Z. Kobelia,

PhD in Economics, Associate Professor, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

Ya. Melnyk,

Student, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

MODELING THE IMPACT OF ECONOMIC AND DEMOGRAPHIC FACTORS ON HUMAN DEVELOPMENT

У статті описано та розкрито дослідження впливу на регіональний людський потенціал різних економічних та демографічних факторів на різних рівнях масштабу розгляду взаємозв'язків. Прикладами таких рівнів будуть взаємозв'язки людського потенціалу та факторів детермінант Чернівецької області, умовного Карпатського регіону, до якого входять Івано-Франківська, Чернівецька, Закарпатська та Львівська області, та Україна загалом. Розкрито розуміння особливостей впливу на потенціал вищезгаданих факторів залежно від масштабу розгляду цих взаємозв'язків, а також використовуваного інструментарію.

Аспект людського потенціалу є доволі важливою складовою функціонування економіки на будь-якому рівні, а тому в сучасній економічній науці є тим виправданим фактором, який викликає чи не найбільшу цікавість та неоднозначність у його трактуванні та шляхах розвитку. Практично усі сучасні економічні школи, в особливості — нова інституційна теорія, досліджують можливості його зростання та виокремлюють його як цінний економічний ресурс, важливість якого з кожним роком виводить його все вище і вище. Проте варто відмітити, що, враховуючи економічні та формальні і неформальні інституційні особливості держав світу, цей фактор виправдовує свою нестабільність у поведінці. Тому для демонстрації подібного ефекту об'єктом дослідження став людський потенціал в Україні на різних рівнях дослідження його поведінки під дією економіко-інституційних факторів.

Для кількісної репрезентації зв'язків у дослідженні було застосовано економіко-математичний інструментарій, зокрема побудову множинної регресії та аналіз основних показників кореляційно-регресійного аналізу. Крім того, кожен показник та коефіцієнт було співставлено із реальною ситуацією в Україні та її регіонах, інтерпретовано відповідно до наявних умов. У ході побудови регресії було виокремлено основні кількісні особливості взаємозв'язку людського потенціалу із вибраними економічними та демографічними факторами-детермінантами й виокремлено основні особливості і проблеми дослідження цієї категорії за допомогою кореляційно-регресійного аналізу.

The article describes and discloses the study of the impact on regional human potential of different economic and demographic factors at different levels of the scale of the relationship. Examples of such levels are the interrelationships of human potential and determinants of the Chernivtsi region, the conventional Carpathian region, which includes Ivano-Frankivsk, Chernivtsi, Zakarpattia and Lviv regions, and Ukraine in general. An understanding of the potential impact on the potential of the above factors depending on the scope of consideration of these relationships, as well as the tools used.

The aspect of human potential is a very important component of the functioning of the economy at any level, and therefore in modern economics is the justifiable factor that causes perhaps the greatest interest and ambiguity in its interpretation and development. Virtually all modern schools of economics, especially the new institutional theory, explore the possibilities of its growth and identify it as a valuable economic resource, the importance of which each year brings it higher and higher. However, it should be noted that, given the economic and formal and informal institutional characteristics of the world, this factor justifies its instability in behavior. Therefore, to demonstrate such an effect, the object of study was the human potential in Ukraine at different levels of research of its behavior under the influence of economic and institutional factors.

For the quantitative representation of relationships in the study, economic and mathematical tools were used, including the construction of multiple regression and analysis of the main indicators of correlation-regression analysis. In addition, each indicator and coefficient was compared with the real situation in Ukraine and its regions, interpreted in accordance with the existing conditions. During the construction of the regression, the main quantitative features of the relationship of human potential with selected economic and demographic determinants were identified and the main features and problems of the study of this category were identified using correlation-regression analysis.

Ключові слова: моделювання показників, людський розвиток, кореляційно-регресійний аналіз, фактори впливу.

Key words: modeling of indicators, human development, correlation-regression analysis, influencing factors.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ТА ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Сучасна економічна наука на сьогодні розглядає чимало детермінант, які є достатньо абстрактними та поліморфічними, а тому є складні для вивчення та визначення їх поведінки та впливу на економічні процеси у регіоні чи національній економіці. До таких складних категорій чимало сучасних науковців часто відносять поняття потенціалу, в особливості — людського. Передусім ця складність пов'язана з тим, що категорія застосовується на різних рівнях економіки, а тому є безліч факторів-детермінант, які могли би впливати на людський потенціал на кожному з рівнів. Особливо дослідження цієї категорії набуває актуальності у контексті мезо- та макроекономіки, адже грамотне забезпечення розвитку людського потенціалу на цих рівнях може бути рушієм структурних змін у економічній системі, зокрема збільшення кількості суб'єктів малого та середнього бізнесу, покращення рівня платоспроможності попиту і, відповідно, його інтенсифікація, збільшення впливу формальних та неформальних інституцій на економіку, здійснення технологічного прориву, покращення демографічної ситуації, тощо. Тому актуальність дослідження у цьому контексті кількісного дослідження взаємозв'язку та поведінки цієї категорії під впливом різних детермінант є важливим напрямком майбутніх економічних досліджень у цій площині.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Потенціал як фактор зараз достатньо часто досліджується як і вітчизняними так і закордонними науковцями, особливо у регіональному аспекті. Серед закордонних економістів важливість людського потенціалу в масштабах мезоекономіки у своїх дослідженнях виокремлюють такі науковці: Роберт Стімсон, Роджер Стоф та Браян Робертс. Вітчизняні науковці також роблять спроби працювати у цьому напрямі. У своїх публікаціях щодо інноваційного розвитку питання людського потенціалу піднімали Василь Мікловда та Володимир Кубиній.

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є дослідження впливу на людський потенціал економічних та демографічних показників на рівні області, регіону та країни.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Поняття потенціалу в економіці є достатньо обширним, адже ця категорія має достатньо велику варіативність як і щодо масштабу, так і щодо об'єкту та середовища, по відношенню до якого вона застосовується. За рахунок цього вона є достатньо складною щодо вивчення її особливостей у різних проявах. Одним із найвагоміших понять потенціалу є людський потенціал, адже має всій прояв як і на мікро-, мезо-, макро- чи мегарівні, а також завжди буде актуальним, адже є теоретично та практично невід'ємною складовою будь-якої господарської діяльності. У дослідженні, яке було проведено та описано у цій статті акцентується увага на макро- та мезоекономічній стороні цього поняття, а також на визначенні кількісних взаємозв'язків поняття людського потенціалу як одного з видів потенціалу, з іншими економічними категоріями за допомогою економіко-математичного інструментарію. Вивчення кількісних взаємозв'язків дає набагато кращу та аргументовану позицію щодо впливу детермінант, а тому є базою цієї статті.

Варто відмітити, що розкриття ефекту масштабу у цьому дослідженні проявляється у моделюванні впливу на показник людського потенціалу економічних, демографічних та, у певній мірі, економіко-екологічних факторів у розрізі Чернівецької області, Карпатського регіону (у нього входить Івано-Франківська, Закарпатська, Чернівецька та Львівська області) та на рівні України. Що ж до економіко-математичного інструментарію, то для вивчення кількісних взаємозв'язків було побудовано множинні регресії взаємозв'язків людського потенціалу та таких факторів, як середній річний дохід у розрахунку на одну особу, чисельність населення у регіоні, реальний обсяг реалізованої продукції та реальні витрати на охорону навколишнього середовища. Більшість факторів є економічними, тому що варто розуміти, що у країнах з середнім темпом розвитку більшого впливу справляють все ж таки економічні детермінанти людського добробуту та прогресу. Інформацію щодо значень відповідних показників можна знайти на Web-сторінці Державної служби статистики України.

Як було вказано вище, у статті буде висвітлено порівняльне дослідження впливу детермінант на людський потенціал на різних рівнях. У таблиці 1 відображено дані вибірок залежних та пояснювальних змінних.

Таблиця 1. Значення залежних та пояснювальних змінних для різних рівнів дослідження протягом 2010–2017 рр.

Роки	Середній індекс регіонального людського розвитку (Y)	Середній реальний річний дохід (грн) (X ₁)	Середня чисельність населення протягом року (тис. ос.) (X ₂)	Реальний обсяг реалізованої продукції (млн. грн) (X ₃)	Поточні реальні витрати на охорону навколишнього середовища (тис. грн) (X ₄)
Дані по Чернівецькій області					
2010	3,851	19 551,79	904,300	9460,5	38 972
2011	3,8889	22 821,22	904,751	12059,7	44 963
2012	4,0393	28 041,08	906,199	13317,1	51 802
2013	4,1549	29 693,53	907,854	12491,9	55 755
2014	4,1598	24 899,12	906,200	11509,5	48 132
2015	4,1321	25 610,61	906,800	12627,6	48 024
2016	4,3624	41 060,5	905,000	18403,91	62 423
2017	4,2294	59 319,26	903,633	23802,2	76 464
Дані по Карпатському регіону					
2010	3,7703	20 671,17	6 077,8	145 837,9	357 416,9
2011	3,8075	24 471,8	6 104,273	179 610,6	467 907,1
2012	3,9647	29 517,28	6 080,6	193 550,2	506 832,4
2013	3,946	31 423,13	6 084,9	197 201,2	488 795,2
2014	4,0175	26 891,11	6 087,8	221 297,2	529 494,8
2015	4,0332	28 312,11	6 087,7	270 722	672 140,6
2016	4,3127	45 240,66	6 083,2	305 786	765 783,2
2017	4,1347	64 508,8	6 076,4	383 763,6	929 340,4
Дані по Україні					
2010	3,6323	24 712,19	45 870,7	3 085 452	9 501 893
2011	3,6757	30 277,25	45 706,1	3 815 716	11 509 980
2012	3,7907	36 455,91	45 593,3	4 211 593	13 952 559
2013	3,7747	39 090,55	45 490	4 030 065	14 267 722
2014	3,8206	33 339,47	43 001	3 339 199	11 181 526
2015	3,8212	35 232,38	42 845	3 600 186	11 804 281
2016	3,8801	55 380,78	42 673	5 549 409	16 991 303
2017	3,8251	74 991,2	42 485	6 779 187	18 000 372

Для визначення відповідних зв'язків було здійснено побудову множинних регресій впливу вищевказаних детермінант на людський потенціал. За основний показник, який би характеризував стан цієї категорії було обрано індекс регіонального людського розвитку.

Множинна регресія у своїй побудові є дещо складнішою, проте базується на методі найменших квадратів (МНК). Суть його полягає у мінімізації квадратів відхилень фактичних та теоретичних даних. Математично це можна зобразити так:

$$F(a, b_1, b_2 \dots b_m) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n e^2 \rightarrow \min (1).$$

У цьому випадку він застосовується зразу із врахуванням кількох факторів $b_1, b_2 \dots b_n$. Варто відмітити, що вагомою відмінністю обчислень вектору параметрів регресії є те, що усі розрахунки здійснюються з матрицями параметрів. І хоча математична аргументація такого застосування є достатньо простою, проте окремі розрахунки є дещо громіздкими, а тому автор цієї статті не хоче подавати їх тут з метою збереження місця на виклад основного матеріалу. Згідно з вищезазначеним методом матриця оцінок параметрів регресії знаходиться так:

$$\bar{b} = (\bar{X}^T \times \bar{X})^{-1} \times (\bar{X}^T \times \bar{Y}) \quad (2),$$

де:

$\bar{X}^T$ – транспонована матриця пояснювальних змінних;

$\bar{X}$ – матриця пояснювальних змінних;

$\bar{Y}$ – матриця значень залежної змінної

Важливим аспектом є те, що задля забезпечення адекватності результатів, моделювання розділилось на побудову двох множинних регресій — першої між Y, X_1 і X_2 та другої Y, X_3 і X_4 . Варто відмітити, що такий алгоритм повторюється як і для даних Чернівецької області, так і для Карпатського регіону та України загалом.

У таблиці 2 наведено результати знаходження матриці оцінок параметрів регресії для двох регресій та для трьох економічних рівнів, дані яких було використано у дослідженні.

З таблиці 2 можна побачити та відмітити деякі особливості коефіцієнтів, а також дати першу інтерпретацію. Параметр а відповідає за зміщення регресії вгору чи вниз вздовж осі ОУ. Негативне значення параметра а може свідчити про достатньо велику вразливість залежної змінної у короткостроковій перспективі від змін пояснювальних змінних, а також виражає вплив неврахованих параметрів. Що ж до параметрів, то у випадку побудови лінійної регресії, значення цих коефіцієнтів співпадають з відповідними значеннями коефіцієнтів граничної продуктивності. Це дає змогу визначити еластичність залежної змінної від зміни відповідної пояснювальної. Математично цю залежність можна виразити так:

$$E = \frac{\delta y}{\delta x_i} \times \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}} = b_i \times \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}} \quad (3),$$

де E — коефіцієнт еластичності;

$\frac{\delta y}{\delta x_i}$ — коефіцієнт граничної продуктивності;

$\bar{x}_i$ — середнє значення і-ї пояснювальної змінної;

$\bar{y}$ — середнє значення залежної змінної.

Тому можна обчислити та спрогнозувати вплив пояснювальних змінних. У таблиці 3 відображено інформацію щодо впливу відповідних детермінант на залежну змінну.

Ці показники відображають відсоткову зміну залежної змінної від приросту пояснювальної змінної на 1%. У багатьох значеннях можна замітити чимало кількості парадоксів. Зокрема на рівні Карпатського регіону та України можна замітити те, що при скороченні кількості населення, індекс людського розвитку зростає. Причиною такого парадоксу є чимало соціальних, політичних та економічних факторів. Зокрема при розрахунку регіонального індексу людського розвитку за 2010–2013 рр., у оцінці порівняння та середньозважені оцінки брали Донецьку та Луганську області, а також АР Крим. За рахунок цього індекс ставав нижчим. Після окупації територій, та відповідного зменшення кількості

Таблиця 2. Параметри регресій

Показники	По Чернівецькій області			По Карпатському регіону			По Україні		
	a	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂	a	b ₁	b ₂
Перша регресія (Y, X ₁ і X ₂)	-55,293	0,0000119	0,0652	5,366	0,0000086	-0,000278	5,33741	0,000000937	-0,0000362
Друга регресія (Y, X ₃ і X ₄)	3,3591	-0,000026	0,000021	3,5203	-0,00000233	0,00000175	3,44925	-0,000000066	0,0000000457

Таблиця 3. Еластичність залежної змінної відносно відповідних пояснювальних

Показники	По Чернівецькій області		По Карпатському регіону		По Україні	
	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2
Оцінка впливу параметра						
Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	0,091	14,388	0,0732	-0,41525	0,01	-0,42313
Друга регресія (Y, X_3 і X_4)	-0,9	0,2712	-0,13805	0,2576	-0,0715	0,162

населення, індекс регіонального людського розвитку зріс, так як не враховувались дані вищезазначених областей. Крім того, варто відмітити, що за 2010—2017 рр. Україна мала значну кількість як і позитивних так і негативних трансформаційних процесів, а тому вони відбивались через інші фактори впливу. Ще одним парадоксом є те, що зменшення реального обсягу реалізованої продукції збільшує людський розвиток. Такий результат є демонстрацією того, наскільки економічні процеси та ріст людського потенціалу в Україні мають різні фактори розвитку. З одного боку, людський потенціал, який поступово зростає, а з другого економіка, яка особливо в період з 2013 по 2016 рр. мала значні економічні деформації. Такі розбіжності і результат лише є сигналом для того, щоби як і державою, так і приватним сектором було зроблено акцент на підтримці економіки та створенні додаткових робочих місць, адже на сьогодні є значні резерви невикористаного людського потенціалу на мезо— та макрорівнях. Особливо варто відмітити дію фактору поточних витрат на охорону навколишнього середовища. У всіх трьох вибірках він вносить позитивний ефект. Причому найбільший ефект він мультиплікує у Чернівецькій області (0,2712%) та по Карпатському регіоні (0,2576%). Така особливість спричинена, по-перше, географічним розташуванням регіону; по-друге, при врахуванні показників по Україні, значення міняється, адже не всі регіони в Україні мають такі хороші показники витрат на охорону навколишнього середовища, а також результативність цих витрат також може бути неоднорідною. Варто відмітити, що, на перший погляд, еластичність є достатньо малою. Проте, якщо вдивлятися у показники динаміки росту значень по всіх детермінантах, то можна побачити темпи приросту 10,20, а то і більше відсотків. Враховуючи те, що показник еластичності демонструє відсоткову зміну залежної змінної від приросту детермінанти на 1%, то можна достатньо швидко усвідомити, який ефект справляють зміни пояснювальних змінних.

Важливим процесом у побудові моделей стояло питання визначення кореляційного зв'язку та детермінації. Одною із перших дій при таких розрахунках є знаходження звичайного та скорегованого множинного коефіцієнта детермінації. Різниця між ними у тому, що скорегований коефіцієнт детермінації показує реальну детермінацію, без впливу на неї кількості факторів, адже при збільшенні кількості факторів, детермінація регресії зростає.

У математичному вигляді звичайний та скорегований множинний коефіцієнт детермінації відповідно будуть розраховуватись за таким алгоритмом.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (4),$$

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{n-1}{n-m-1} \quad (5).$$

Надалі можна достатньо легко визначити тісноту лінійного зв'язку за допомогою множинного коефіцієнта кореляції. Простота обчислення полягає у такому:

$$R = \sqrt{R^2} \quad (6).$$

Після розрахунку множинної кореляції одразу ж варто розрахувати парні та частинні коефіцієнти кореляції. Різниця між ними полягає у тому, що парні коефіцієнти не виключають вплив на значення інших пояснювальних змінних у той час як частинні усувають такий вплив. Парні коефіцієнти кореляції можуть розраховуватись як і автоматично в Microsoft Excel за допомогою функції "Кореляція", формуючи матрицю коефіцієнтів кореляції, так і вручну за допомогою кореляційної функції:

$$r_{yx_m} = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i x_{mi} - \sum_{i=1}^n y_i \times \sum_{i=1}^n x_{mi}}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2] \cdot [n \sum_{i=1}^n x_{mi}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{mi})^2]}} \quad (7).$$

Що ж до частинних коефіцієнтів кореляції, то розраховуються вони за допомогою оберненої кореляційної матриці:

$$\rho_{ij}^* = \frac{-d_{ij}}{\sqrt{d_{ii} \times d_{jj}}} \quad (8),$$

де d_{ij}, d_{ii}, d_{jj} — елементи оберненої кореляційної матриці (K^{-1}).

Для більшої лаконічності усі розрахунки коефіцієнтів консолідовані у таблиці 4.

З цієї таблиці можна зробити значну кількість висновків та проаналізувати основні проблеми моделювання потенціалу на мезо— та макрорівні. По-перше, значної проблеми у дослідженні цієї категорії вносить очевидна зі значень частинних коефіцієнтів кореляції мульті-

Таблиця 4. Основні показники кореляції та детермінації побудованих моделей

Назва показника	По Чернівецькій області		По Карпатському регіону		По Україні	
Регресія	Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	Друга регресія (Y, X_3 і X_4)	Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	Друга регресія (Y, X_3 і X_4)	Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	Друга регресія (Y, X_3 і X_4)
Множинний коефіцієнт детермінації	0,6923	0,6986	0,5157	0,6947	0,663	0,5767
Скорегований множинний коефіцієнт детермінації	0,5692	0,578	0,33	0,5725	0,5281	0,4074
Множинний коефіцієнт кореляції	0,832039	0,8358	0,7181	0,8335	0,8142	0,7594
Парні коефіцієнти кореляції						
r_{yx_1}	0,675	0,7171	0,718	0,8188	0,6249	0,5509
r_{yx_2}	0,1508	0,8	-0,327	0,8289	-0,802	0,6894
$r_{x_1 x_2}$	-0,4278	0,9695	-0,44	0,9965	-0,645	0,9472
Частинні коефіцієнти кореляції						
$\rho_{yx_1}^*$	0,8277	-0,4015	0,6765	-0,1558	0,2352	-0,4396
$\rho_{yx_2}^*$	0,6593	0,6161	-0,0177	0,2715	-0,6686	0,6263
$\rho_{x_1 x_2}^*$	-0,7262	0,9467	-0,312	0,9896	-0,309	0,9385

Таблиця 5. Результати прийняття гіпотез для відповідних регресій

Назва показника	По Чернівецькій області		По Карпатському регіону		По Україні	
Регресія	Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	Друга регресія (Y, X_3 і X_4)	Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	Друга регресія (Y, X_3 і X_4)	Перша регресія (Y, X_1 і X_2)	Друга регресія (Y, X_3 і X_4)
F-критерій	H_1	H_1	H_0	H_1	H_1	H_1
t_a	H_1	H_1	H_0	H_1	H_1	H_1
t_{b_1}	H_1	H_1	H_1	H_0	H_0	H_1
t_{b_2}	H_1	H_1	H_0	H_1	H_1	H_1

тиколінійність, особливо у другій регресії усіх рівнів. Цей факт достатньо просто пояснюється — збільшення обсягів виробництва та реалізації продукції у більшості випадків (особливо у країнах із достатньо помірним технологічним прогресом) супроводжується додатковим забрудненням регіону, а тому цей зв'язок є прямим. Що ж до першої моделі (Y, X_1 і X_2), то тут також спостерігається явище мультиколінійності, проте не з прямим, а зі зворотним зв'язком. І хоча це може також на певний погляд здаватись парадоксально, проте обернена залежність між чисельністю населення та ростом доходів є не чим іншим як демонстрацією явища, коли грошова маса у країні збільшується, проте темпи росту інфляції також завдають значного впливу, а за рахунок швидкої реакції населення на кризові явища, населення починає трудові міграційні процеси і на наступний період можна спостерігати ситуацію, коли доходи збільшуються за рахунок збільшення грошової маси, а чисельність населення скорочується унаслідок швидкої трудової міграції. Що ж до значень решти частинних коефіцієнтів кореляції, то варто відмітити достатньо середній рівень кореляції. Практично подібні значення спостерігаються всюди, окрім другого рівня спостережень, де через значну мультиколінійність множинна кореляція та детермінація зазнали значного впливу.

Наостанок побудови моделей стояла оцінка їх адекватності. Перевірка адекватності побудованої моделі здійснюється за допомогою порівняння фактичного та табличного значення F-критерію Фішера. Суть порівняння полягає у тому, що якщо фактичне значення більше за табличне, то регресію можна прийняти гіпотезу H_1 про значущість регресії, якщо ж навпаки, то у такому випадку приймається гіпотеза H_0 про незначущість регресії. Фактичне значення критерію обчислюється так:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \times \frac{n-1}{n-m-1} \quad (9).$$

За подібним способом знаходяться і оцінки значущості параметрів регресії $a, b_1, b_2 \dots b_m$. Проте критичне значення знаходиться за іншим алгоритмом і порівнюється з табличним значенням t-критерію Стюдента. За принципом наведеним вище здійснюється прийняття гіпотез про значущість чи незначущість параметра регресії. Фактичне значення t-критерію розраховується за формулою:

$$t_a = \frac{a}{s_a}, \quad t_{b_m} = \frac{b_m}{s_{b_m}} \quad (10),$$

де s_a, s_{b_m} — стандарні помилки відповідних параметрів регресії;

У таблиці 5 консолидовано дані про прийняття гіпотез щодо значущості регресії та параметрів $a, b_1, b_2 \dots b_m$.

Отже, здійснивши побудову моделей, які визначають вплив на категорію людського потенціалу на мезо- та макроекономічному рівні, можна прийти до багатьох важливих висновків у розумінні впливу на потенціал та виокремити основні проблеми та факти. Передусім застосування кількісних методів, щодо визначення взаємо-

зв'язку людського потенціалу з мезо- та макроекономічними факторами показало, що для застосування подібного інструментарію потрібно більш виважено підходити до підбору кількох факторів для множинної регресії, адже за рахунок достатньо складних взаємозв'язків між факторами, можна спостерігати явище мультиколінійності, яке достатньо вагомо може вплинути на результати дослідження, якщо не застосовувати додатковий економіко-математичний інструментарій для виявлення та усунення негативних наслідків цього явища.

По-друге, людський потенціал має здатність поводити себе достатньо по-різному у залежності від масштабу розгляду. Різні взаємозалежності між, з одного боку однаковими показниками свідчать про важливість розмежування категорії потенціалу на мезо- та макролюдський потенціал.

ВИСНОВКИ

Варто відмітити, що на кожному рівні, людський потенціал достатньо часто має різні фактори-детермінанти, а тому подальші дослідження у цьому напрямі із дослідженням різних факторів впливу на категорію, а також застосування різного економіко-математичного інструментарію є актуальними у майбутньому.

Таким чином, запропонований авторами підхід до вивчення факторів розвитку людського потенціалу слугуватиме розробленню відповідних моделей програмно-цільового моніторингу середовища життєдіяльності людини на різних рівнях. Подальших досліджень потребує обґрунтування методичних підходів, інструментів та уточнення релевантних індикаторів оцінки середовища людського потенціалу.

Література:

1. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
2. Іващук О.Т. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник. Тернопіль: ТНЕУ "Економічна думка", 2008. 704 с.
3. Методика вимірювання людського розвитку регіонів України: затверджена Постановою Колегії Держкомстату України та Президії НАН України від 14.03.2001 р. № 76. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/sp/sp_04.pdf
4. Кулинич О.І., Кулинич Р.О. Статистичне моделювання і прогнозування для обґрунтування програм соціально-економічного розвитку: навч. вид. Хмельницький: ХУУП, 2016. 32 с.

References:

1. The State Statistics Service of Ukraine (2019), available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> (Accessed 10 June 2020).
2. Ivashchuk, O.T. (2008), Ekonomiko-matematychnye modeliuvannia [Economic and mathematical modeling], TNEU "Ekonomichna dumka", Ternopil, Ukraine.
3. The State Statistics Service of Ukraine (2001), "Methods for measuring human development in the regions of Ukraine", available at: http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/sp/sp_04.pdf (Accessed 10 June 2020).
4. Kulynych, O.I. and Kulynych, R.O. (2016), Statystychnye modeliuvannia i prohnozuvannia dlia obgruntuuvannia proqram sotsial'no-ekonomichnoho rozvytku [Statistical modeling and forecasting to substantiate social-economic development programs], KhUUP, Khmelnytskyi, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 13.06.2020 р.