

Д.С. Насипайко, канд. екон. наук, О.О. Резніченко, викл., Г.М.Давидов, проф., д-р екон. наук, О.А. Магопець, доц., канд. екон. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Моделювання відтворення людського капіталу

Статтю присвячено застосуванню методу моделювання до процесів відтворення людського капіталу шляхом конкретизації теоретичних положень, доведення їх до практичного впровадження, застосування спеціальних прийомів та програмних засобів, що дозволило виявити найбільш характерні його риси та тенденції у взаємозв'язку з причинами, які їх обумовлюють. Спираючись на отримані результати, автори дійшли висновку, що економічне і соціальне піднесення країни залежить від рівня та перспектив розвитку освіти.

людський капітал, відтворення людського капіталу, моделювання, формалізація, квантифікація, специфікація, ідентифікація, оцінювання

Постановка проблеми у загальному вигляді. У економічних дослідженнях широко застосовуються аналіз та моделювання соціально-економічних явищ, що

© Д.С. Насипайко, О.О. Резніченко, Г.М. Давидов, О.А. Магопець, 2011

дозволяє виявити найбільш характерні їх риси шляхом заміщення їх моделями, як правило економіко-математичними, як науковим відображенням (звичайно за допомогою алгебраїчних рівнянь та нерівностей) істотних для дослідження співвідношень та властивостей економічних процесів з метою ефективного управління ними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Увага приділяється даній проблематиці у працях С. Бандура, В. Герасенко, П. Герасенко, Т. Заяць, М. Кулапова, О. Назаренка, Ю. Одегова, Л. Попова, І. Терон та інших вчених [1, 2, 3, 4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на підвищений інтерес знаних науковців до обраної проблематики, дослідження відтворення людського капіталу як багатогранного та складного явища не втрачає актуальності.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є застосування методу моделювання для аналізу компонент людського капіталу та факторів, які впливають на його відтворення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес побудови моделі відтворення людського капіталу здійснюємо за наступними етапами: формалізація, квантифікація, специфікація моделі та ідентифікація і оцінювання її параметрів.

Так, формалізація моделі шляхом конкретизації теоретичних положень дозволить застосовувати для дослідження відтворення людського капіталу спеціальні правила та засоби (методи).

Квантифікацію вхідних даних як сукупність способів зведення якісних характеристик до кількісних здійснюється з використанням таких шкал: номінальної, порядкової (ординальної), інтервальної та відношень. За допомогою номінальної шкали, яка призначена для вимірювання атрибутивних ознак, згрупуємо множину компонент людського капіталу у класи, однорідні за властивостями класифікації. Впорядкування у одержаних групах здійснюємо на основі застосування ординальної шкали, що дасть змогу вирізнити компоненти людського капіталу та ранжувати їх за ступенем прояву конкретних властивостей, тобто виміряти якісні ознаки.

Для встановлення кількісних співвідношень між елементами застосуємо інтервальну (з введенням одиниці виміру) та шкалу відношень (з присвоєнням категорії шкали числа, що дорівнює кількості одиниць виміру властивості, яка фіксується цією

категорією). В свою чергу, шкала відношень відрізняється від інтервальної тим, що має точку відліку, яка вказує на повну відсутність вимірюваної властивості (ознаки). Однак, кожна з зазначених шкал допускає лише певний тип операції між символами, якими позначено відповідну категорію. Більше можливостей для опису відношень надають кількісні шкали, на відміну від описаних вище шкал.

Разом з тим, досить часто виникають проблеми квантифікації досліджуваних процесів, тому для вивчення такого складного явища як відтворення людського капіталу слід застосовувати багатомірні методи аналізу.

Кількісно вимірявши теоретичні знання, необхідно здійснити специфікацію та оцінювання моделі, тобто виразити у математичній формі виявлені у результаті якісного аналізу зв'язки та співвідношення.

Наступним етапом моделювання є ідентифікація моделі відтворення людського капіталу, тобто вибір змінних моделі, а також параметрів її рівнянь та нерівностей з наступною їх оцінкою на основі емпіричних даних. Параметри моделі – це відносно постійні показники, які характеризують стан людського капіталу. Вони поділяються на параметри оточення, управляючих впливів та власне стану людського капіталу.

Для вивчення соціально-економічних явищ та процесів використовуються різні типи моделей. Для управління розвитком людського капіталу важливо виділити вплив кожного фактору на залежну змінну (рівень його відтворення) та визначити щільність зв'язку між ними. Таку задачу успішно можна вирішити за допомогою регресійної моделі, яка дозволить виявити тенденції у відтворенні людського капіталу у взаємозв'язку з причинами, які їх обумовлюють.

Побудову регресійної моделі здійснюємо за допомогою програмного модулю SSPS (Statistical Package for the Social Sciences), у якому реалізовано декілька методів регресійного аналізу та можливість поетапної побудови моделі шляхом включення або виключення змінних. Так, додатковий регресійний модуль (SPSS Regression Models) містить двокроковий метод найменших квадратів (Two-Stage Least-Squares Regression), нелінійну регресію (Nonlinear Regression) та інші процедури регресійного аналізу.

Виходячи з проведеного у нас аналізу компонент людського капіталу та факторів, які впливають на його відтворення пропонуємо методику визначення рівня інтенсивності відтворення людського капіталу, яка передбачає побудову багатофакторної лінійної моделі відтворення людського капіталу з метою виявлення резервів підвищення рівня його інтенсивності. Для зручності апробації пропонованої методики, базуючись на інформації про стан окремих компонент людського капіталу, виділимо основні показники, які їх характеризують (табл. 1), які відповідно позначимо X_1, X_2, \dots, X_{10} .

На основі застосування методу Backward (послідовне виключення), який є найбільш економічним, оскільки дозволяє дослідити тільки найкращі регресійні рівняння, які містять визначену кількість змінних, основні етапи їх побудови полягають у наступному:

- а) розрахунок регресійного рівняння, яке містить усі змінні;
- б) визначення локального F -критерію для кожної незалежної змінної з припущенням, що вона була останньою, введеною у регресійне рівняння, змінною;
- в) порівняння найменшого значення F -критерію, яку позначимо F_L , з обраним критичним значенням F -removal;
- г) у випадку $F_L < F$ -removal, змінна X_L , яка забезпечила досягнення рівня F_L , виключення її з розгляду і здійснення перерахунку рівняння регресії з врахуванням решти змінних, – перехід до наступного кроку. У випадку $F_L > F$ -removal, залишення регресійного рівняння таким, яким воно було розраховане.

Таблиця 1 – Система показників, що впливають на інтенсивність відтворення людського капіталу

Показники	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Очікувана тривалість життя при народженні, років	66,78	66,86	67,04	67,08	66,67	66,79	67,07	66,87
Показник охоплення всіма типами освітньої діяльності, %	81,0	84,0	86,0	85,0	86,5	84,0	86,0	85,0
Рівень освіти (питома вага з повною вищою освітою в загальній кількості), %	40,7	46	49,2	49,3	49,8	50,1	51,8	53,6
ВРП у розрахунку на одну особу, тис. грн.	2,790	3,025	3,632	5,122	6,394	7,723	9,546	13,515
Середньомісячна номінальна заробітна плата, грн.	231	282	353	455	624	819	1054	1428
Рівень зареєстрованого безробіття населення, %	4,48	4,51	5,27	5,20	4,59	3,92	3,31	2,90
Рівень зайнятості населення, %	51,9	57,3	55,7	54,6	56,5	57,1	58,1	58,5
Рівень забезпеченості лікарями усіх спеціальностей, осіб в розрахунку на 10 000 населення	35,2	35,2	35,1	34,8	35,2	35,0	35,0	36,0
Обсяг залучених інвестицій на одного жителя, грн.	91,33	170,45	181,85	282,45	506,32	241,39	250,48	428,26
Забезпечення житлом, кв. м на одного жителя	21,8	22,3	22,6	22,9	23,2	23,5	23,8	24,1

Таким чином, всі "несуттєві" фактори видаляються з моделі за встановленими критеріями.

Результати можна подати у вигляді таблиці зі збереженням:

- а) Predicted Values (моделних, теоретичних значень);
- б) Distances (відстаней); виміри, які виявляють спостереження з незвичайними комбінаціями значень незалежних змінних, та спостереження, які можуть спричинити значний вплив на регресійне рівняння);
- в) Prediction Intervals (інтервали передбачення);
- г) Residuals (залишки);
- д) Influence Statistics (статистики впливу).

Табличний висновок про побудову адекватної моделі можна підтвердити рядом графіків. Особливо цікавими для аналізу є графіки залишків моделі, які можна використати для перевірки нормальності розподілу. Вони корисні також для виявлення виключень, надзвичайних спостережень (outliers) та спостережень, що справляють значний вплив на модель (influential cases).

У таблиці подаються такі результати

- список виключених змінних (Variables Entered/Removed);
- підсумкові характеристики моделі (Model Summary);
- таблиця дисперсійного аналізу (ANOVA);
- нестандартизовані й бета— коефіцієнти рівняння регресії (Coefficients);
- основні статистичні характеристики виключених факторів (Excluded Variables);
- статистичні характеристики передвіщених значень і залишків моделі (Residuals Statistics).

При застосуванні покрокової регресії Backward на першому етапі будується початкова модель на основі всіх показників-факторів. Для них розраховуються звичайні (Unstandardized Coefficients) та стандартизовані коефіцієнти регресії (Standardized Coefficients), критерій Стюдента (t) та його значимість (Sig.).

Попередні результати побудови моделі відтворення людського капіталу подано у табл. 2.

Таблиця 2 – Попередні результати побудови моделі відтворення людського капіталу

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	107,206	0,000			
	X ₂	8,738E—02	0,000	1,004		
	X ₄	0,331	0,000	8,047		
	X ₆	0,322	0,000	1,782		
	X ₇	8,133E—02	0,000	1,146		
	X ₈	— 0,762	0,000	— 1,781		
	X ₉	- 1,081E-03	0,000	— 0,974		
	X ₁₀	— 1,247	0,000	— 6,362		
1	Regression	0,163	7	0,023		
	Residual	0,000	0			
	Total	0,163	7			
Model	R	R Square	Adjusted R Square		Std. Error of the Estimate	
1	1,000	1,000	1,000			
2	(Constant)	82,041	17,083		4,803	0,131
	X ₂	0,110	0,060	1,265	1,825	0,319
	X ₄	0,183	0,100	4,443	1,820	0,320
	X ₆	0,162	0,139	0,899	1,166	0,451
	X ₈	— 0,349	0,305	— 0,817	— 1,146	0,457
	X ₉	— 1,365E—03	0,001	— 1,229	— 2,424	0,249
	X ₁₀	— 0,594	0,470	— 3,034	— 1,265	0,426
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
2	Regression	0,150	6	0,025	1,913	0,503
	Residual	0,013	1	0,013		
	Total	0,163	7			
Model	R	R Square	Adjusted R Square		Std. Error of the Estimate	
2	0,959	0,920	0,439		0,11414	

Наведені результати відображають дані дисперсійного аналізу початкових моделей, а також: коефіцієнт детермінації (R Square), коефіцієнт детермінації з врахуванням степені свободи (Adjusted R Square), стандартну похибку оцінювання (Std. Error of the Estimate).

Виконавши всі етапи розрахунків адекватної моделі будуємо загальну таблицю (табл. 3).

Таблиця 3 – Остаточні результати побудови моделі

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
6	(Constant)	60,749	2,886		21,050	0,000

	X ₂	7,561E—02	0,035	0,869	2,162	0,083
	X ₉	- 9,572E-04	0,000	— 0,862	— 2,145	0,085
Model		B	Std. Error	Beta		
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
6	Regression	0,086	2	0,043	2,817	0,152
	Residual	0,076	5	0,015		
	Total	0,163	7			
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
6	0,728	0,530	0,342	0,12365		

На основі локальних F— критеріїв з 9 незалежних змінних до заключної моделі включено 2 фактори: показник охоплення всіма типами освітньої діяльності (x₂) та обсяг залучених інвестицій на одного жителя (x₉). Отримано наступну модель з нестандартизованими коефіцієнтами (Unstandardized Coefficients):

$$Y = 60,749 + 0,0756\delta_2 - 0,0009572\delta_9, \quad (1)$$

Зазначені коефіцієнти відображають залежність відтворення людського капіталу від певної змінної при виключенні впливу на нього інших факторів.

Для оцінки порівняльного аналізу інтенсивності впливу описових змінних на залежну змінну розраховуємо стандартизовані, або бета— коефіцієнти (Standardized Coefficients). На відміну від звичайних коефіцієнтів їх можна безпосередньо порівнювати один з одним, що дозволяє зробити висновок про інтенсивність впливу змін окремих факторів на залежну змінну. Бета-коефіцієнти показують, на яку частину стандартного відхилення змінилося б середнє значення залежної змінної, якби значення відповідного фактора збільшилося на стандартне відхилення, а інші змінні залишилися без зміни.

Модель у стандартизованому масштабі має такий вигляд: $Y = 0.869\delta_2 - 0,862\delta_9$.

Усі відібрані фактори є статистично значимими, оскільки фактичний критерій Стьюдента (t) більше табличного. Про це ж свідчить графа Sig., у якій подано ймовірності пошуку більш істотні фактори динаміки відтворення людського капіталу.

Емпіричний критерій Фішера (F), який дорівнює 2,817, майже в 1,5 рази менше табличного значення, стандартна похибка залишків (Std. Error of the Estimate) становить 0,12365, а коефіцієнт детермінації (Adjusted R Square) – 0,342, тобто приблизно 34% варіації відтворення обумовлено включеними в модель факторами.

Після побудови адекватної моделі економічна інтерпретація її параметрів та використання отриманих результатів полягає у можливості, з врахуванням поділу факторів на регульовані та нерегульовані, представити модель в наступному вигляді:

$$Y = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j z_j + \sum_{i=k+1}^n a_i x_i + u, \quad (2)$$

де Y – показник інтенсивності відтворення людського капіталу;

a_0 – вільний член;

a_j – коефіцієнти регресії при нерегульованих факторах;

z_j – нерегульовані фактори;

a_i – коефіцієнти регресії при регульованих факторах;

x_i – регульовані фактори;

u – випадкові фактори.

Модель, яка відображає вплив нерегульованих факторів в загальному вигляді можна представити наступним чином:

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^k a_j z_j + u, \quad (3)$$

$$\text{де } b_0 = a_0 + \sum_{i=k+1}^n a_i \bar{x}_i;$$

\bar{x}_i – середнє значення фактору x_i по сукупності досліджуваних позицій.

Результати розрахунку наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Лістинг описових статистик (Descriptive Statistics)

	Y ₁	X ₂	X ₉
Mean (средня)	66,895	84,6875	269,0663
Std. Deviation (станд. отклон/)	0,152409	1,751275	137,0663
Variance (дисперсия)	0,023229	3,066964	18834,97
Skewness (асимметрия)	0,0,033	-1,428	0,746
Kurtosis (ексцес)	-1,461	2,466	-0,105

На їх основі спираючись на початкове рівняння регресії (1) здійснюємо розрахунок моделі 2, та отримуємо:

$$b_0 = 60,749 + 0,0756 * 84,6875 - 0,0009572 * 269,0663 = 66,89.$$

$$\text{Тоді } y^i = 66,89 + 0,0756x_2 - 0,0009572x_9.$$

Використовуючи багатофакторну регресійну модель (1), визначаємо за рахунок яких факторів і наскільки інтенсивність відтворення людського капіталу відрізняється на відповідних рівнях.

Крім того, ця модель дозволяє проаналізувати причини відхилення рівня людського капіталу у окремих досліджуваних одиниць від середнього за досліджуваною сукупністю рівня відтворення: підвищення рівня освіти або збільшення обсягів залучених інвестицій

Загальний алгоритм проведення порівняльного аналізу стану відтворення людського капіталу по групах регіонів України можна представити в наступному вигляді:

$$Y^I = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j z_j^I + \sum_{i=k+1}^n a_i x_i^I + u, \quad (4)$$

$$Y^{II} = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j z_j^{II} + \sum_{i=k+1}^n a_i x_i^{II} + u. \quad (5)$$

де верхній індекс означає номер груп регіонів.

Можливо завжди знайти $Y^I - Y^{II} = \Delta Y$, що після спрощення має вигляд:

$$\Delta Y = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j \Delta z_j + \sum_{i=k+1}^n a_i \Delta x_i + u. \quad (6)$$

За допомогою формул (5) і (6) та регресійної моделі можливо визначити вплив нерегульованих та регульованих факторів на різницю у відтворенні людського капіталу та за рахунок чого може бути досягнуто кращих показників. При використанні цих формул для різних рівнів z_j і x_j можна порівнювати можливості відносно відтворення людського капіталу кожного регіону з середнім рівнем по сукупності в цілому та з середнім рівнем будь-якої іншої групи регіонів, а також їх можливості між собою та по групах.

Висновки з даного дослідження. На основі моделювання процесу відтворення людського капіталу, зокрема шляхом побудови регресійної моделі виявлено найбільш характерні його риси та основні тенденції відтворення у взаємозв'язку з причинами, які їх зумовлюють. Спираючись на отримані результати дослідження, зроблено висновок,

що економічне і соціальне піднесення країни залежить від рівня та перспектив розвитку системи освіти, особливо вищої, а одним із шляхів виходу з кризи – має стати розробка нових концептуальних засад впровадження модернізації людського капіталу України.

Список літератури

1. Бандур С. І. Сучасна регіональна соціально-економічна політика держави: теорія, методологія, практика: [монографія] / Бандур С. І., Заяць Т. А., Терон І. В. — К.: ТОВ "ПРИНТ ЕКСПРЕС"; РВПС України НАН України, 2002. — 250 с.
2. Герасенко В. П. Кластерное зонирование по факторам развития человеческого потенциала / В. П. Герасенко, П. В. Герасенко // Вопросы статистики. — 2006. — № 9. — С. 61—66.
3. Назаренко А. М. Эконометрика: [навч. видання] / Александр Максимович Назаренко. — Сумы: СумГУ, 2000. — 404 с.
4. Одегов Ю. Г. Использование SPSS в экономике труда : [учебн. пос.] / Одегов Ю. Г., Кулапов М. Н., Попов Л. А. — М. : Изд-во Рос. экон. акад., 2003. — 47 с.

Д. Насипайко, О. Резниченко, Г. Давыдов, О. Магопета

Моделирование воспроизводства человеческого капитала

Статья посвящена методу моделирования процессов воспроизводства человеческого капитала путём конкретизации теоретических положений, доведения их до практического применения, использования специальных приёмов и программных средств, что позволило выявить наиболее характерные его черты и тенденции во взаимосвязи с причинами, которые их обуславливают. Опираясь на полученные результаты, авторы пришли к выводу, что экономическое и социальное развитие страны зависит от уровня и перспектив развития образования.

D. Nasipayko, O. Reznichenko, G. Davydov, O. Magopets

Design of recreation of human capital

The article is devoted to application of method of design to the processes of recreation of human capital by the specification of theoretical positions, leading to of them to practical introduction, application of the special receptions and programmatic facilities, that allowed to find out his most personal touches and tendencies in intercommunication with reasons which stipulate them. Leaning on the got results, authors came to the conclusion, that economic and social flight of country depends on a level and prospects of development of education.

Одержано 16.03.11