

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**СТРАТЕГІЇ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ**

**Колективна монографія  
за загальною редакцією**

*кандидата технічних наук, доцента*

*Райко Галини Олександрівни*

Херсон, 2019

УДК 330.111.66:005.8

C-36

*Рекомендовано до друку*

*Вченою Радою Херсонського національного технічного університету  
(протокол №7 від 05.07.2019)*

**Рецензенти:**

- Фісун М.Т.** д.т.н., професор, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення Чорноморського національного університету ім. Петра Могили
- Бараненко Р.В.** к.т.н., доцент, професор кафедри професійних та спеціальних дисциплін Херсонського факультету Одеського державного університету внутрішніх справ Міністерства внутрішніх справ України

Авторський колектив: Ходаков В.Є., Соколов А.Є., Веселовська Г.В., Барташевська Ю.М., Сапрон А.В., Райко Г.О., Чебукін Ю.В., Сидорук М.В., Сидорук В.В., Данилець Є.В., Козел В.М., Цивільський Ф.М., Дроздова Є.А., Хапов Д.В., Соколова О.В., Димова Г.О., Димов В.С., Лепа Є.В., Письменний І.В., Конох І.С., Григорова А.А., Карамушка М.В.

**C-36 Стратегії, моделі та інформаційні технології в системах управління** : колективна монографія / За загальною редакцією Райко Г.О. – Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2019. – 151 с.

**ISBN 978-617-7573-35-6**

Колективна монографія присвячена застосуванню інформатичних технологій в економіці, освіті та управлінні проектами.

Колективна монографія розрахована на фахівців у галузі економіки, інформаційних технологій, фінансів, банківництва, державного управління, науковців, викладачів, аспірантів, магістрів та студентів.

Матеріали монографії представлено у авторській редакції.

ISBN 978-617-7573-35-6

© Херсонський національний технічний університет, 2019

© ФОП Вишемирський В.С., 2019

*Наукове видання*

**СТРАТЕГІЇ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В  
СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ**

*Колективна монографія*

ISBN 978-617-7573-35-6

*Комп'ютерна верстка: к.т.н., доцент Хапов Д.В., к.т.н., доцент Сидорук М.В.  
Відповідальний за випуск: к.т.н., доцент Райко Г.О.  
Дизайн обкладинки: к.т.н., доцент Данилець Є.В.*

Підписано до друку 03.09.2018. Формат 60x 84/16.  
Папір офсетний. Наклад 30 примірників.  
Гарнітура Times New Roman. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. 17,22. Обл.-вид. арк. 18,52.  
Замовлення № 912.

Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С.  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єктів видавничої справи серія ХС № 48 від 14.04.2005 р.  
видано Управлінням у справах преси та інформації  
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2,  
тел. (050) 514-67-88, (050) 133-10-13,  
e-mail: printvvs@gmail.com, vish\_sveta@rambler.ru

## ЗМІСТ

1.	Khodakov V.Ye., Sokolov A.Ye., Veselovskaya G.V.	The Concepts Improving In Control Methods Of Complex Computerized Information Systems And Technologies For The Training Based On The Features Research In The Intellectual Capital Factor	5
2.	Барташевська Ю.М., Сапрон А.В.	Застосування Big Data для забезпечення безпеки корпоративної інформації	19
3.	Райко Г.О., Чебукін Ю.В.	Імплементация конвергентного підходу в систему управління проектами розвитку території	30
4.	Сидорук М.В., Сидорук В.В.	Тенденції розвитку і проблеми автоматизації управління корпоративними підприємствами	44
5.	Данилець Є.В.	Аналіз ключових показників діяльності інтернет- магазину	55
6.	Козел В.М.	Реінжиніринг процесів управління на основі аналізу інформаційних потоків	65
7.	Цивільський Ф.М., Дроздова Є.А.	Вплив психофізіологічних факторів на процес адаптації та навчання людини користуванню біонічним протезом	71
8.	Хапов Д.В.	Аналіз алгоритмів блокчейн-консенсусу	81

9. Соколов А.Є.,  
Соколова О.В. Кореляційно-регресійна модель оцінки впливу природно-кліматичних факторів на освіту і рівень розвитку соціально-економічної системи 92
10. Димова Г.О.,  
Димов В.С. Реалізація інформаційної технології ідентифікації і прогнозування стану безперервних виробництв 103
11. Лепа Є.В.,  
Письменний І.В. Дослідження моделей прогнозування показників діяльності підприємств 114
12. Димов В.С.,  
Димова Г.О.,  
Конох І.С. Застосування методів голографії в задачах обробки інформації 121
13. Григорова А.А. Основні підходи до проектування системи підтримки прийняття рішень 128
14. Карамушка М.В. Система управління туристичним підприємством з використанням сучасних інформаційних технологій 141

## РОЗДІЛ 9

---

### КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОСВІТУ І РІВЕНЬ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

*Соколов А.Є.*

к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій,  
Херсонський національний технічний університет

*Соколова О.В.*

к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій,  
Херсонський національний технічний університет

Різниця в природно-кліматичних умовах Східної і Західної Європи грає надзвичайно важливу роль. Аналіз впливу ПКФ на виробничо-господарську діяльність показує, що негативний вплив ПКФ на СЕС Східної Європи може бути посилений або ослаблений залежно від характеру соціально-економічних явищ (заходів) або характеру діяльності людини.

Проведені вивчення і дослідження ряду чинників, які могли б змінювати рівень впливу ПКФ, призводили до зниження (нейтралізації) негативних природно-кліматичних умов в соціально-економічних системах регіонального типу. Для вивчення впливу і взаємозв'язку рівня корупції, рівня ВВП на душу населення і рівня розвитку людського капіталу ми зупинилися на побудові регресійних моделей з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу. При цьому здійснювався вибір таких моделей, які мали найбільш високі показники коефіцієнта детерміації  $R^2$  і найменше значення середньоквадратичної помилки регресії  $\sigma$ . Аналіз побудованих регресій показав, що найкращі показники адекватності і точності досягаються при використанні лінійних залежностей, які враховують чинники  $X1$ , - індекс розвитку людського капіталу,  $X2$  - рівень сприйняття корупції,  $X3$  - індекс інновацій.

Вивчення менталітету народів Західної і Східної Європи дозволило виявити додаткові чинники, що роблять негативний вплив не лише на розвиток економіки країн Східної Європи, але і на інші сторони як виробничого, так і громадського життя. Для країн Східної Європи на цьому етапі їх розвитку характерним є надзвичайно високий рівень корупції, слабше розвинені інститути демократії, а також нижча цінність особистої свободи [7].

Наприклад, індекс сприйняття корупції в Англії - 81, Франції - 70, а в Україні - 27, Росії - 29. У рамках індексу корупція визначається як будь-хто зловживання службовим станом в цілях особистої вигоди. Індекс ранжирує

країни за шкалою від "0" (найвищий рівень) до "100" (найнижчий рівень корупції).

Більш високому рівню корупції, безперечно, відповідають низькі рівні розвитку економіки країни і, як наслідок, нижчі рівні ВВП на душу населення. Це і є один з основних чинників додаткової негативної дії на економіку східноєвропейських країн.

Нині низкою країн і міжнародних рейтингових агентств формуються ті або інші рейтинги окремих показників, індексів, які характеризують і дозволяють оцінювати економічну, соціальну, продуктивну або інші види діяльності країн, регіонів і тому подібне [8,9].

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу вивчався вплив на рівень ВВП певного комплексу чинників (більше 10), але найбільш суттєвим виявився вплив такого комплексу чинників, який базується на рівні розвитку людського капіталу країни, рівні корупції і інноваційної (інвестиційною) активності.

Світовим банком розраховуються індекси розвитку людського капіталу, сприйняття корупції і глобальний індекс інновацій [8-10].

Індекс сприйняття корупції - це узагальнений індикатор, який розраховується на основі статистичних даних і інформації, отриманої з експертних джерел, наданих міжнародними організаціями. Усі джерела вимірюють загальну міру поширеності корупції (частота і/або об'єм хабарів) в державному і економічному секторах.

Глобальний індекс інновацій складений з 80 різних змінних, країн світу, що детально характеризують інноваційний розвиток. Успішність економіки пов'язана як з наявністю інноваційного потенціалу, так і умов для його втілення. Індекс є співвідношенням витрат і ефекту, який дозволяє об'єктивно оцінити ефективність зусиль із розвитку інновацій в тій або іншій країні.

На основі кореляційно-регресійного аналізу виконано кластеризації країн, що дозволило виділити відповідні кластери, які характеризуються відносно рівноцінними моделями. Для декількох кластерів, а саме: західноєвропейські країни, східноєвропейські країни, невеликі республіки пострадянського простору і країни з найбільш розвиненими економіками, побудовані відповідні двохфакторні регресійні моделі [15, 16].

Отримані дві групи моделей, перша з яких характеризує залежність ВВП на душу населення від рівня розвитку людського капіталу ( $X1$ ) і рівня сприйняття корупції ( $X2$ ), а друга - від рівня розвитку людського капіталу ( $X1$ ) і рівня інновацій ( $X3$ ).

Аналіз побудованих моделей показав, що найкращі показники адекватності і точності досягаються при використанні трьохфакторних моделей, що враховують усі три вищезгадані чинники ( $X1$ ,  $X2$ ,  $X3$ ).

Приведемо деякі з побудованих моделей [16].

У таблиці 1 для кластера західноєвропейських країн приведені параметри множинної лінійної регресії залежності ВВП на душу населення від  $X1$  і  $X3$ , де звертають на себе увагу близькі значення фактичних ( $Y$ ) і теоретичних ( $Y_t$ ) значень ВВП на душу населення.

Таблиця 1

## Розрахунок множинної регресії (західноєвропейські країни)

Країна	Індекс розвитку людського капіталу	Індекс інновацій	ВВП (на душу населення), дол. США	ВВП за даними регресії	Параметри регресії		
	$X_1$	$X_3$	$Y$	$Y_t$			
Франція	80,15	52,2	42960	44718,72	733,36	2090,85	-161144
Нідерланди	82,3	60,6	51890	55374,27	521,45	769,83	42840
Бельгія	81,12	51,7	47260	46380,16	0,885	4401,71	
Австрія	81,02	53,4	49670	47417,79			
Німеччина	78,55	56	47640	44160,14			
Італія	75,44	45,7	34270	30103,99			
Португалія	74,5	45,6	21360	28065,26			
Іспанія	73,3	49,3	29440	28269,68			

Рівняння регресійної залежності має вигляд:

$$Y = -161144 + 2090,85X_1 + 733,36X_3 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,885; \quad \sigma = 4402$$

Коефіцієнт детерміації  $R^2 = 0,885$  свідчить, що на 88,5 % змін значення ВВП обумовлюються зміною значень  $X_1$  і  $X_3$ .

Видно, що регресійна модель (1) при досить високому значенні коефіцієнта детерміації  $R^2 = 0,885$  має прийнятну погрішність регресії  $\sigma = 4402$ .

Звертає на себе увагу та обставина, що коефіцієнти рівняння при  $X_1$  і  $X_3$  мають істотно різні значення: коефіцієнт при  $X_3$  втричі менший, ніж коефіцієнт при  $X_1$ . Тобто, роль чинника розвитку людського капіталу ефективніша, ніж роль чинника інновацій: при збільшенні на одну одиницю індексу розвитку людського капіталу - ВВП на душу населення збільшиться на 2091 дол. США, а при збільшенні індексу інновацій на одну одиницю - ВВП на душу населення збільшиться тільки на 733 дол. США, що приблизно в три рази нижче.

З регресійної аддитивної моделі (1) очевидний ефект взаємозаміщення: щоб залишитися на тому ж рівні ВВП при зменшенні чинника  $X_3$  (інновації) на одну одиницю необхідно збільшити на 0,35 чинник  $X_1$  (людський капітал). І



навпаки: зменшення рівня розвитку людського капіталу на 1 одиницю доведеться компенсувати збільшенням майже на 3 одиниці індексу інновацій.

У таблиці 2 для кластера східноєвропейських країн (який включає Україну і Білорусію) приведені розрахунки множинних лінійних регресій залежності ВВП на душу населення  $Y1=f(X1, X2)$  і  $Y2=f(X1, X3)$ , де також звертають на себе увагу близькі значення фактичних  $Y$  і теоретичних  $Yt$  значень ВВП на душу населення.

Таблиця 2

Розрахунки множинних регресій

Країна	Індекс розвитку людського капіталу	Індекс корупції	Індекс інновацій	ВВП (на душу населення) дол. США	ВВП за даними регресії 1	ВВП за даними регресії 2	Параметри регресії		
	X1								
Словенія	79,95	60	47,2	23580	20993	20622	$Yt1 (X1, X2)$		
Чехія	77,6	56	50,2	18370	16861	21164	364,21	1138,36	-91871,61
Польща	77,06	62	40,6	13690	18432	11630	85,77	492,32	36281,14
Угорщина	75,82	51	44,6	13340	13014	14185	0,878	2696,8	
Румунія	73,94	46	38,1	9520	9053	6265	$Yt2 (X1, X3)$		
Болгарія	72,81	41	40,7	7620	5945	7612	938,69	967,5	-101036,2
Україна	76,21	27	36,3	3560	4717	6771	252,38	566,39	39585,59
Білорусь	77,5	32	37,1	7340	8006	8770	0,851	2982,33	

Відповідна регресійна залежність  $Y1=f(X1, X2)$ , має вигляд:

$$Y1 = -91871,61 + 1138,36X1 + 364 \quad (2)$$

$$R^2 = 0,878; \quad \sigma = 2696,8$$

Видно, що регресійна модель (2) при досить високому значенні коефіцієнта детерміації  $R^2=0,878$  має прийнятну погрішність регресії  $\sigma=2696,8$ . Звернемо увагу на таку обставину: в приведеному кластері Україна має найвищий рівень корупції (індекс сприйняття корупції дорівнює 27). Якби Україна мала такий же рівень корупції, як в Польщі (індекс дорівнює 62) те ВВП на душу населення в Україні при наявному людському капіталі міг би скласти майже 17,5 тис. дол. США. В той час, як при наявним рівні корупції ВВП на душу населення в Україні він складає лише 3,6 тис. дол. США.

З рівняння (2) видно, як важко за рахунок збільшення людського капіталу компенсувати негативні прояви корупції : щоб залишитися на тому ж рівні ВВП при збільшенні чинника корупції  $X_2$  (а саме зменшення індексу сприйняття корупції) на одну одиницю необхідно підвищити на 0,32 чинник  $X_1$  (людський капітал). І навпаки: зменшення рівня розвитку людського капіталу на 1 одиницю доведеться компенсувати зменшенням рівня корупції (індекс сприйняття корупції) на 3,13 одиниці.

На підставі моделі (2) побудований графік віртуальної залежності ВВП на душу населення України від рівня корупції при постійному значенні індексу розвитку людського капіталу ( $X_1$ ) на рівні 76,21 (Рис. 1).

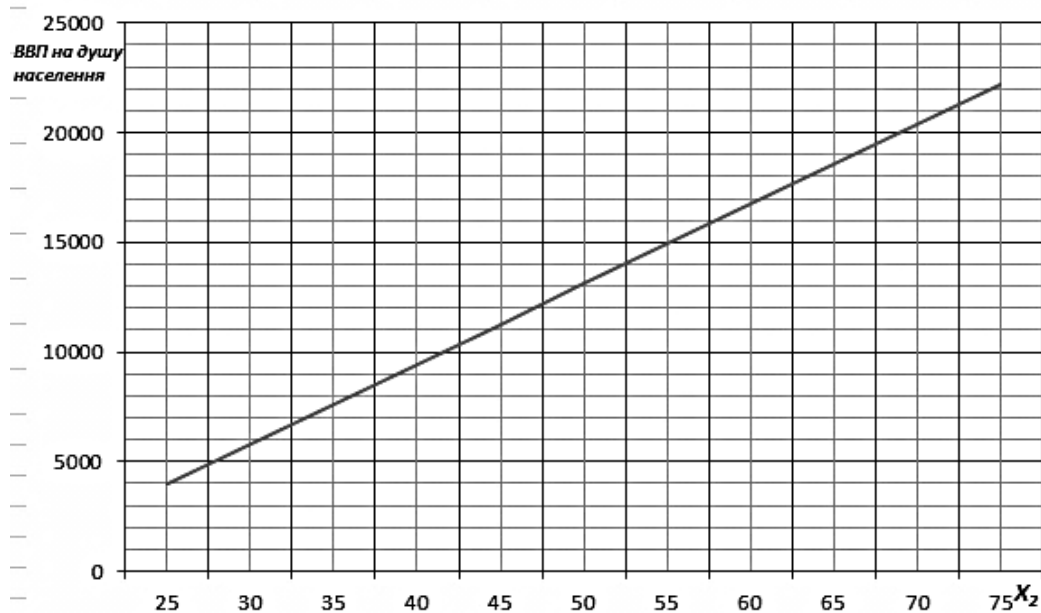


Рис. 1. Графік віртуальної залежності ВВП на душу населення України від рівня корупції (на основі моделі (2)).

Рівняння регресійної залежності  $Y_2=f(X_1, X_3)$  має вид (3) :

$$Y_2 = -101036,2 + 967,5X_1 + 938,69X_3 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,851; \quad \sigma = 2982,3$$

Звертає увагу ту, що коефіцієнти рівняння при  $X_1$  і  $X_3$  мають майже рівні значення, що обумовлює і рівноцінний коефіцієнт взаємозаміщення : тобто зменшення одного з чинників на одиницю практично може бути компенсовано збільшенням другого чинника також на одиницю.

Для кластера країн світу з найбільш розвиненими економіками (США, Канада, Японія, Великобританія, Китай, Німеччина, Франція) множинна регресія виду  $Y = f(X1, X3)$ , залежності ВВП на душу населення має вид (4) :

$$Y = -183666,5 + 1999,47X1 + 1225,56X3 \quad (4)$$
$$R^2 = 0,906; \quad \sigma = 6846,25$$

З регресії (4) видно, що країни з розвиненими економіками характеризуються значно великими коефіцієнтами при чинниках  $X1$  і  $X3$ , що свідчить про їх більш високу значущість при формуванні ВВП. Для цієї моделі, а також моделі для країн західноєвропейського кластера можна виключати чинник  $X2$  (рівень корупції) у зв'язку з тим, що він є статистично не значимим. Це, очевидно, пов'язано з тим, що в цих країнах досить низький за значенням і слабо розподілений (близький до константи) рівень корупції і тому він статистично значимо не впливає на середній рівень ВВП.

Слід звернути увагу на те, що високий рівень розвитку людського капіталу виконує роль демпфування негативних проявів природно-кліматичних чинників і високого рівня корупції. Це особливо важливо для східноєвропейських країн з негативними природно-кліматичними умовами.

Необхідно разом з боротьбою з корупцією підтримувати високий рівень освіти, вченості населення, високі стандарти освіти, культури і виховання.

Як відзначалося вище, найкращі показники адекватності і точності досягаються при побудові трьохфакторних моделей, які враховують усе три вище вказаних чинника ( $X1, X2, X3$ ). У роботі побудований ряд таких трьохфакторних моделей виду  $Y = f(X1, X2, X3)$ .

Трьохфакторна модель  $Y = f(X1, X2, X3)$  для кластера східноєвропейських країн має вигляд:

$$Y = -88761,27 + 893,85X1 + 231,32X2 + 520,66X3 \quad (5)$$
$$R^2 = 0,946; \quad \sigma = 998$$

Для кластера невеликих республік пострадянського простору (Вірменія, Таджикистан, Молдова, Грузія, Узбекистан) аналогічне рівняння множинної лінійної регресії  $Y = f(X1, X2, X3)$  залежності ВВП на душу населення має вигляд:

$$Y = -20879,05 + 278,33X1 + 99,997X2 + 37,82X3 \quad (6)$$
$$R^2 = 0,970; \quad \sigma = 416$$

Порівняння моделей (5) і (6) показує, що країни східноєвропейського кластера характеризуються значно великими коефіцієнтами чутливості до чинників рівня розвитку людського капіталу ( $X1$ ), рівня сприйняття корупції ( $X2$ ) і рівня інновацій ( $X3$ ). Коефіцієнти при змінних в моделі (6) значно більше, чим в моделі (4) : коефіцієнт при  $X1$  більше ніж в три рази, при  $X2$  - більше ніж в два рази, а при  $X3$  взагалі більше в чотирнадцять разів. Це свідчить, що країни східноєвропейського регіону значно ефективніше використовують як людський капітал, так і інновації. Ця обставина обнадійлива, але їм не можна задовольнятися, тому що якщо провести аналогічне порівняння з моделлю для кластера країн з найбільш потужними економіками (США, Канада, Японія, Великобританія, Китай, Німеччина, Франція), яка представлена вище формулою (4), то видно, що аналогічні коефіцієнти при чинниках  $X1, X3$  ще

удвічі вище, ніж для країн східноєвропейського кластера, а чинник корупції  $X_2$  взагалі відсутній у зв'язку із статистичною незначущістю. Таким чином, країнам східноєвропейського регіону ще треба проводити відповідні цілеспрямовані заходи по підвищенню ефективності використання людського капіталу, інновацій і боротьби з корупцією, і доведення їх до параметрів, які відповідають країнам з найбільш потужними економіками.

Модель (5) - (для східноєвропейських країн) візуалізована шляхом побудови номограми (Рис. 2), яка відкриває ряд можливостей (прикладів) практичного використання трьохфакторної моделі.

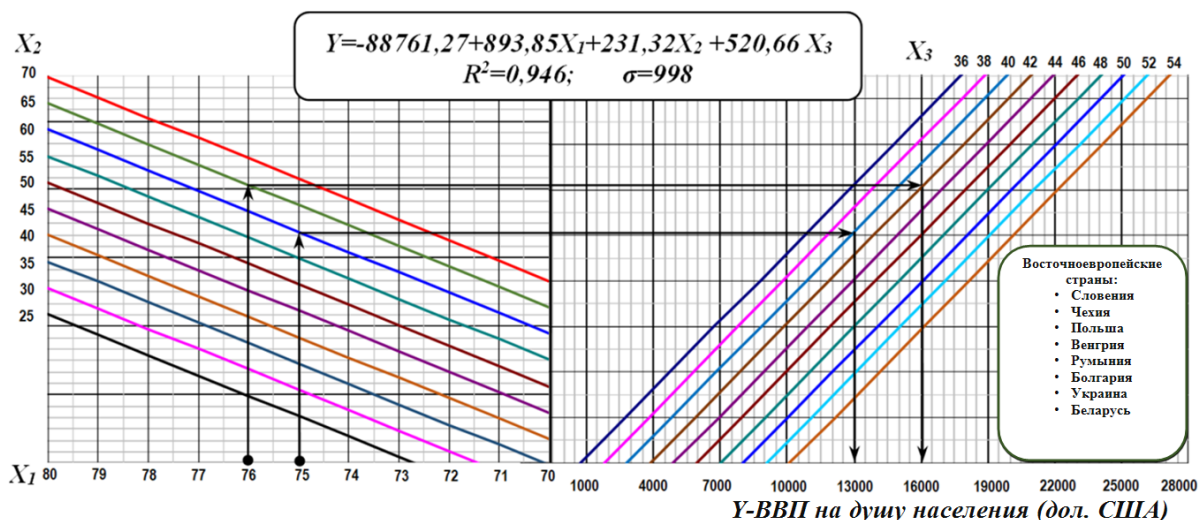


Рис. 2. Номограма трьохфакторної моделі ВВП на душу населення ( $Y$ ) від рівня розвитку людського капіталу ( $X_1$ ), рівня сприйняття корупції ( $X_2$ ) і рівня інновацій ( $X_3$ ) для кластера східноєвропейських країн

Наведемо декілька прикладів роботи з представленою номограмою.

**Приклад 1.** Вибираємо значення чинника  $X_1$  (рівень розвитку людського капіталу) : на цій номограмі, наприклад, виберемо значення вказаного чинника на рівні 75; рухаємося вгору по стрілці для вибору значення чинника  $X_2$  (рівень сприйняття корупції) і вибираємо значення цього чинника (наприклад, 60); рухаємося направо по стрілці для вибору значення чинника  $X_3$  (рівень інновацій) - (у наведеному прикладі це 40) і, нарешті, спускаємося по стрілці вниз на вісь  $Y$  і, таким чином, отримаємо прогнозоване значення ВВП на душу населення : при цьому наборі значень вхідних чинників це 13000 дол. США.

**Приклад 2.** Можливо і зворотний напрям руху по номограмі, тобто рішення зворотної задачі : задаючись бажаним значенням рівня ВВП на душу населення і, рухаючись по номограмі проти тимчасової стрілки, крок за кроком обираємо різні варіанти значень початкових параметрів моделі ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ), які б забезпечили цей рівень ВВП на душу населення. Це завдання має безліч можливих рішень і залежить від реальної можливості забезпечення того або іншого значення рівня кожного з чинників, - врешті-решт, від міри їх реальної досяжності.

**Приклад 3.** Використання номограми не обмежується наведеними прикладами. Можливо і зустрічний рух по приведеній діаграмі. Наприклад,

задаючи значення ВВП на душу населення доходу, яке держава планує досягти і відомі значення деяких чинників (наприклад, досягнутий рівень розвитку людського капіталу в країні) з моделі (4) можна знайти необхідні величини інших чинників, які б забезпечили досягнення вибраного результату по ВВП на душу населення. При такій постановці завдання номограма дає можливість визначити існування рішення і, якщо воно існує, то визначити безліч можливих значень для чинників, які потрібно досягати (рівень сприйняття корупції і рівень інновацій), а також норму їх заміщення (у деяких межах зменшення значення одного з чинників може бути компенсовано збільшенням значення іншого чинника).

**Приклад 4.** Приведена номограма надає широкі можливості для оцінки можливих інтервалів значень ВВП на душу населення, якщо відомі інтервали, в яких можуть мінятися початкові чинники моделі. Тобто, якщо відомі межі, в яких з деякою довірчою вірогідністю можуть знаходитися значення кожного з чинників, можна рухатися по приведеній номограмі поступово від одного до іншого чинника «смугою» значень, де кожна «смуга» відображає межі варіювання можливих значень цього чинника. У кінці такого процесу ми вийдемо і на відповідну «смугу» (інтервал) значень ВВП на душу населення, тобто матимемо оцінки можливих відхилень від середнього прогнозованого значення ВВП на душу населення (песимістичний і оптимістичний прогноз).

У приведеній номограмі, якщо рівень людського капіталу варіюватиметься від 75 до 76, рівень сприйняття корупції від 60 до 65, а рівень інновацій від 40 до 42, то ВВП на душу населення доходу приблизно знаходитиметься в межах від 13000 \$ до 16000 \$.

**Приклад 5.** Якщо узяти поточні значення чинників для України ( $X_1$  - 76,21,  $X_2$  - 27,  $X_3$  - 36,3, то згідно з цією номограмою отримаємо ВВП на душу населення ( $Y$ ) на рівні 4000 \$ (фактичне значення 3560\$), тобто відхилення знаходиться у рамках стандартної погрішності. Номограма свідчить, що якби рівень корупції можна було зменшити хоч би до рівня Польщі ( $X_2$  - 62), то ВВП на душу населення ( $Y$ ) міг би складати 13000 дол. США, що в 3-4 рази більше за існуюче.

Проведені також дослідження впливу індексу освіти на індекс розвитку людського капіталу і ВВП на душу населення, при цьому порівнювалися отримані регресійні залежності для східноєвропейських країн і країн з найбільш розвиненими економіками (таблиця.3).

Рівняння лінійної регресії індексу розвитку людського капіталу ( $Y_1$ ) від індексу освіти ( $X_4$ ) мають вигляд:

для східноєвропейських країн -

$$Y_1 = 37,5 + 46,9X_4 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,82; \quad \sigma = 1,01$$

для країн з найбільш розвиненими економіками -

$$Y_1 = 40,5 + 45,16X_4 \quad (8)$$

$$R^2 = 0,73; \quad \sigma = 2,97$$

Видно, що коефіцієнти рівняння практично співпадають, що говорить про однаковий вплив індексу освіти на формування індексу розвитку людського

капіталу, проте для східноєвропейських країн його роль істотніша, оскільки, порівнюючи коефіцієнти детерміації, бачимо, що для східноєвропейських країн індекс освіти визначає 82% зміни дисперсії  $Y$ , тоді як для країн з найбільш розвиненими економіками - тільки 73%.

Таблиця 3

Статистичні дані Світового банку

Країна	Індекс освіти	Індекс розвитку людського капіталу	ВВП ( на душу населення) дол. США
1	$X_4$	$Y_1$	$Y_2$
	2	3	4
Східноєвропейські країни			
Словенія	0,886	79,95	23580
Чехія	0,878	77,6	18370
Польща	0,852	77,06	13690
Угорщина	0,834	75,82	13340
Румунія	0,769	73,94	9520
Болгарія	0,778	72,81	7620
Україна	0,803	76,21	3560
Білорусію	0,834	77,5	7340
Країни з найбільш потужними економіками			
США	0,9	79,64	55200
Канада	0,89	82,88	51630
Японія	0,842	82,74	42000
Великобританія	0,896	79,07	43430
Китай	0,631	67,47	7400
Німеччина	0,914	78,55	47640
Франція	0,839	80,15	42960

Рівняння лінійної регресії ВВП ( $Y_2$ ) від індексу освіти ( $X_4$ ) мають вигляд: для східноєвропейських країн -

$$Y_2 = -88215,5 + 121004,5X_4 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,65; \quad \sigma = 4195$$

для країн з найбільш розвиненими економіками -

$$Y_2 = -89290,1 + 154819,1X_4 \quad (10)$$

$$R^2 = 0,93; \quad \sigma = 4487$$

Видно, що кутовий коефіцієнт (коефіцієнт чутливості) в рівнянні (10) на 28% більше, ніж в рівнянні (9). Це говорить про те, що країни з найбільш розвиненими економіками набагато ефективніше використовують чинник освіти для росту ВВП. Крім того, коефіцієнт детерміації для рівняння ( $R^2=0,65$ ) значно менше, чим для рівняння ( $R^2=0,93$ ). Це пов'язано з тим, що (як показано вище) для східноєвропейських країн дуже істотними є негативні прояви чинника корупції, який для країн з найбільш розвиненими економіками статистично незначимий. Це може бути також пов'язано і з тим, що в економіці розвинених країн переважають високоінтелектуальні, наукомісткі технології, які вимагають відповідного рівня освіти і інтелектуальної підготовки.

Таким чином, стає очевидним, що чинник освіти є визначальний в економічному розвитку і передові країни його ефективно використовують.

В результаті аналізу моделей обробки отриманих результатів виділені чинники, що роблять великий вплив на життєдіяльність і економіку СЕС Східної Європи, побудовані двохфакторні і трьохфакторні регресійні моделі, які відображають вплив освіти на розвиток людського капіталу, на рівень ВВП на душу населення, а також побудовані дві групи двохфакторних моделей; в першій - ВВП залежить від рівня розвитку людського капіталу  $X1$  і рівня сприйняття корупції  $X2$ , в другій - від рівня розвитку людського капіталу  $X1$  і рівня інновацій  $X3$ .

Кращі показники адекватності і точності досягаються при використанні множинних лінійних залежностей, які враховують усі чинники  $X1$ ,  $X2$ ,  $X3$ ,  $X4$ , тобто, при побудові трьохфакторних моделей.

Слід звернути увагу на те, що високий рівень розвитку, освіти, а отже і людського потенціалу може виконувати роль демпфування негативних проявів природно-кліматичних чинників і високого рівня корупції, що особливо важливо для східноєвропейських країн з негативними природно-кліматичними умовами і високими рівнями корупції. Необхідно разом з боротьбою з корупцією підтримувати високий рівень освіти, і передусім його фундаментальність, вченість населення, в цілому високі стандарти просвіти, культури і виховання.

**Висновки.** Побудовані двохфакторні і трьохфакторні моделі залежності ВВП від рівня розвитку людського капіталу, індексу сприйняття корупції і глобального індексу інновацій мають високий рівень адекватності і забезпечують прийнятну погрішність оцінки ВВП.

Побудовані моделі показують вирішальну роль освіти в розвитку людського капіталу (разом з інноваційною активністю) у формуванні ВВП країн, проте високий рівень корупції нівелює позитивний вплив цього чинника, що особливо характерно для країн східноєвропейського типу і наочно видно на прикладі України : при зменшенні корупції в Україні хоч би до рівня Польщі, рівень ВВП в країні (при наявному рівні розвитку людського капіталу) міг би бути в 3-4 рази вище. Високий рівень освіти, високий рівень розвитку людського капіталу можуть ефективно виконувати роль чинника, блокуючого

негативні прояви корупції і негативного впливу несприятливих природно-кліматичних умов.

Для ефективного вирішення цих завдань необхідно створювати комп'ютеризовані системи навчання, розвивати методологію і технології комп'ютеризованого навчання. Рішення усіх цих завдань сприятиме формуванню і розвитку високого рівня людського капіталу, і, як наслідок, підвищенню рівня ВВП на душу населення і рівня розвитку економіки країни.

*Список використаних джерел.*

1. Ходаков В.Е. Об автоматизированной системе управления образовательной средой региона / Ходаков В.Е., Михайлов К.М., Райко Г.А. // Вестник ХНТУ - 2008. № 1 (30) - С. 442-449.

2. Булатов А.С. Мировая экономика. Учебник / Под ред. А.С. Булатова - М.: 2005.-734 с.

3. Башкатов Б.И. Международная статистика труда. Учебник / Б.И. Башкатов, Г.Ю. Каритухина - М.: «Дело и сервис», 2001. - 208 с.

4. Борисова Е.А. Оценка и аттестация персонала / Е.А. Борисова - СПб.: Питер. 2002.-256 с.

5. Методические основы оценки эффективности труда научных сотрудников, конструкторов, технологов - М.: НИИ Труда, 1989. - С. 133-147

6. Майбуров И.А. Эффективность инвестирования в человеческий капитал в США и России / И.А. Майбуров // Мировая экономика и международные отношения. - 2004. №4. С 3-18.

7. Фуруботн Э.Г. Достижения новой экономической теории/ Э.Г. Фуруботн, Питер - СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2009

8. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies 3K Edition - Department of Economics and Social Affairs - №4: UN 2007, - 99 p.

9. Environmental Vulnerability Index [Электронный ресурс] - <http://www.vulnerabilityindex.net>

10. Environmental Sustainability Index. Main Report - USA: Yale Center Environment Law and Policy- 2005 - 63p.

11. Рейтинг стран мира по уровню развития человеческого капитала [Режим доступа] <http://gtmarket.ru/ratings/human-capital-index>

12. Индекс восприятия коррупции [Режим доступа] <http://gtmarket.ru/ratings/corruption-perceptions-index>

13. Рейтинг стран мира по уровню валового национального дохода на душу населения [Режим доступа] <http://gtmarket/ratings/rating-countries-gni>

14. Рейтинг стран мира по уровню образования [Режим доступа] <http://gtmarket.ru/ratings/education-index/education-index-info>

15. Hodakov V.E., Abramov G.S., Abramova G.V. Vliyanie prirodno-klimaticheskikh i sotsialno-ekonomicheskikh faktorov na razvitie sotsialno-ekonomicheskikh system regionalnogo tipa/ V.E. Hodakov, G.S. Abramov, G.V. Abramova // Problemi informacionnih tehnologiy/ - 2016. - #02(020), - P. 6-17



16. Ходаков В.Е. Вплив людського капіталу та інших соціально-економічних факторів на розвиток економічних систем регіонального типу / В.Е. Ходаков, Г.С. Абрамов, Г.В. Абрамова // Проблеми інформаційних технологій (ПІТ), #01(021), 2017, с. 187-191