

## АПРОБАЦІЯ ЕКОНОМЕТРИЧНОГО ПІДХОДУ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

**Анотація.** У статті розглядається питання можливості застосування економетричних моделей до дослідження ефективності професійно-технічної освіти, коротко наведено теоретичні питання економетрики, викладено результати побудови лінійних регресійних моделей та їх економічного аналізу, запропоновано підхід до прогнозування певного статистичного показника.

**Ключові слова:** економетрична модель, прогнозування, статистика.

**Постановка проблеми.** Питанню ефективності освіти та методам її оцінки у вітчизняних та зарубіжних дослідженнях приділяється достатньо багато уваги [1]. В Інституті професійно-технічної освіти Національної академії педагогічних наук України також ведуться роботи з оцінки економічної ефективності та пошуку закономірностей розвитку системи ПТО в умовах сучасного ринку праці. Така постановка задачі дослідження вимагає застосування нетрадиційних для професійно-технічної освіти методів та засобів. В даній роботі зроблена спроба дослідження такого складного соціально-педагогічного явища як ПТО економетричними методами.

Освіта, як і будь-яке економічне явище, обов'язково має свою кількісну та якісну сторони, які знаходяться в тісному взаємозв'язку та взаємозалежності. Кількісний аналіз системи освіти на основі статистичних даних є фундаментом для з'ясування якісних характеристик механізму її функціонування. Останні являють собою найбільшу складність в освіті, що зумовлено специфічним характером її діяльності та системою її внутрішніх та зовнішніх цілей.

Тому вирішено доцільним дослідити можливість застосування економетричного моделювання для вивчення системи ПТО та спрогнозувати деякі параметри, що характеризують її функціонування.

**Метою** даної статті є спроба побудувати і дослідити одно факторні та багатофакторну моделі залежності кількості підготованих кваліфікованих робітників від загальної кількості професійно-технічних навчальних закладів, кількості учнів, кількості прийнятих учнів та спрогнозувати кількість прийнятих учнів до ПТНЗ на 2010 рік.

**Виклад основного матеріалу.** Економетрія вивчає методи побудови економетричних моделей, які характеризують кількісні взаємозв'язки між економічними показниками, і дає основні напрямки використання цих моделей в економічних дослідженнях. Економетрія має тісний зв'язок з іншими галузями економічної науки. Економетричні методи широко використовуються в макроекономіці, мікроекономіці, основах менеджменту, маркетингу, управлінні трудовими ресурсами тощо.

Економетрія – це наука, що вивчає кількісні закономірності та взаємозв'язки економічних об'єктів і процесів за допомогою математико-статистичних методів та моделей. Таке визначення дещо обмежене, бо не дає уяви про економетрику як про синтезну дисципліну, яка поєднує в собі економічну теорію, математичну економіку, теорію матриць, теорію ймовірностей, економічну та математичну статистику.

Справедливим є питання про правомірність застосування економетричних методів, а саме виробничих функцій до дослідження розвитку професійно-технічної освіти. Як правило, професійно-технічну освіту зокрема і освіту взагалі розглядають з трьох позицій: освіта-результат, освіта-процес та освіта як система. При дослідженні освіти як процесу її можна розглядати як технологічний процес, де є свій випуск продукції (кваліфіковані робітники), ресурси (учні та працівники ПТНЗ, інфраструктура ПТО тощо) та праця (процеси навчання та виховання). Тому при дослідженні професійно-технічної освіти можливе використання всього потужного арсеналу економетричних методів для виявлення закономірностей та особливостей розвитку системи ПТО в умовах сучасного ринку праці.

Однією з головних задач економічної науки є виявлення і дослідження закономірностей, котрим підпорядковуються реальні процеси. Як правило, соціально-економічні процеси знаходяться під впливом різноманітних факторів і взаємозв'язків між окремими елементами. В значній кількості випадків ці закономірності можуть бути виявлені при цілеспрямованому статистичному вивченні масових явищ, які включають збір даних, систематизацію та упорядкування і, нарешті, побудову економетричної моделі, яка з певною мірою надійності математично описує причинно-наслідкові зв'язки між економічними показниками або величинами. Економетричний аналіз виробництва і витрат ґрунтується на вивченні причинних зв'язків між обсягом кінцевого продукту та виробничими факторами. Така економетрична модель має назву виробничої функції, яка є однією з базових економетричних моделей. За розгляду будь-якого підприємства як відкритої системи його виробнича функція виражає стійкі кількісні співвідношення між «входами» і «виходами». У мікроекономічну теорію термін «виробнича функція» було введено в 1890 р. англійським математиком А. Беррі, який співробітничав з А. Маршаллом за підготовки математичного додатка до книги останнього «Принципи економічної науки». Однак спроби встановити залежність випуску від кількості застосовуваних ресурсів мали місце задовго до цього.

В економічних дослідженнях звичайно фігурує виробнича функція у вигляді рівняння, в якому всі компоненти випуску (у натуральному або вартісному вимірі) об'єднано в одну скалярну величину ( $Y$ ), а число ( $n$ ) різнорідних виробничих ресурсів ( $x_i$ ) зведено до мінімуму, що допускає розрахунок параметрів виробничої функції на базі наявної інформації [2].

Необхідно зазначити, що побудова економетричних моделей не самоціль, а є потужним важелем управління на основі економетричного та економічного дослідження процесів, які мають місце у системі ПТО в умовах сучасного ринку праці. Власне глибокий кількісний економічний аналіз явищ та процесів, який є підґрунтям обґрунтованих та ефективних якісних

управлінських рішень на всіх рівнях керування системою ПТО, як здається, дозволить отримати значні результати.

Для дослідження виробничих процесів найчастіше використовуються наступні виробничі функції.

Лінійна.  $Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m$ , де  $Y$  – кінцевий результат виробництва,  $X_i$  – параметри.

Степенева функція.  $Y = a_0x_1^{a_1}x_2^{a_2}\dots x_m^{a_m}$

Кобба-Дугласа  $Y = a_0x_1^{a_1}x_2^{a_2}$ , де  $Y$  – обсяг продукції,  $X_1$  – обсяг капіталу,  $X_2$  – обсяг трудових ресурсів.

Степенева функція з постійною еластичністю заміни (виробнича функція – ПЕЗ або в іноземній літературі – CES):

$$Y = a_0(a_1x_1^{-g} + a_2x_2^{-g})^{-\frac{1}{g}}, \text{ або}$$

$$Y = \frac{a_0}{\left(a_1 \frac{1}{x_1^g} + a_2 \frac{1}{x_2^g}\right)^{\frac{1}{g}}},$$

де  $g$  - ступінь однорідності функції,

$$g = \frac{1-S}{S}, \quad S = \text{const} \text{ еластичність заміни ресурсів.}$$

Наведені виробничі функції є **статистичними**.

Існує клас **динамічних** виробничих функцій.

З урахуванням науково-технічного прогресу (НТП) виробнича функція записується у вигляді  $Y = f(x, a)e^{\lambda t}$ , де  $t$ - час,  $\lambda$ - темп автономного НТП.

Інтегральні моделі систем з керованою пам'яттю (тривалістю передісторії) являються розвитком динамічних макроекономічних моделей, запропонованих В.М.Глушковым і можуть бути використані як виробничі функції, мають наступний вигляд:

$$x_i(t) = \sum_{j=1}^m \int_{a_j(t)}^t K_{ij}(\tau, t) Y_{ij}(\tau) dt + u_i(t), \quad -\infty < a_i(t) < t$$

$$i = \overline{1, n}, \quad m \leq n.$$

Тут  $\{u_i\}$  – вектор–функція вхідних сигналів системи,  $\{x_i\}$  – вектор–функція вихідних сигналів,  $\{K_{ij}\}$  – матриця перехідних функцій системи по каналам  $x_j \rightarrow x_i$ ,  $\{Y_{ij}\}$  – матриця інтенсивностей структурних зв'язків системи по відповідним каналам,  $\{a_j\}$  – функції закінчення перехідних процесів (оцінки “кінцевості пам'яті” системи по j-му каналу).

Вибір форми зв'язку починають з попереднього аналітичного та графічного аналізу вхідної інформації шляхом креслення приблизних кривих. Якщо значення результативної ознаки змінюється наближено рівномірно зі змінами факторної ознаки, то, можливо, існує лінійний зв'язок, якщо ні – нерівномірно-нелінійний. Форма зв'язку насамперед повинна відображати основну закономірність зв'язку, що встановлюється, простоту та доступність встановлення зв'язку. При розв'язанні задач прогнозування найбільше розповсюдження можуть отримати лінійні зв'язки та зв'язки, які шляхом певних замін змінних можуть бути досить просто перетворені до лінійного вигляду.

Гіперболічний зв'язок виду  $y = a_0 + a_1/x$  лінеаризуються заміною факторної ознаки такою змінною  $y' = \frac{1}{x}$ , тоді

$$y = a_0 + a_1 x'.$$

Показниковий зв'язок виду  $y = a_0 e^{a_1 x}$  лінеаризується заміною результативної ознаки змінною  $y = e^{y'}$ , тоді, прологарифмувавши, отримуємо:

$$y' = \ln a_0 + a_1 x = a'_0 + a_1 x.$$

Степеновий зв'язок  $y = a_0 x^{a_1}$ , після логарифмування лінеаризується заміною  $\ln y = y'$ ,  $\ln a_0 = a'_0$ ,  $\ln x = x'$ , тоді

$$y' = a'_0 + a_1 x'.$$

Логарифмічний зв'язок  $y = a_0 + a_1 \ln x$  лінеаризується заміною  $x' = \ln x$ , тоді

$$y = a_0 + a_1 x'$$

Комбінований зв'язок  $y = 1/(a_0 + a_1 e^{-x})$  лінеаризується заміною результативної ознаки змінною  $y' = \frac{1}{y}$ , а факторної ознаки - змінною

$$x' = e^{-x}, \text{ тоді}$$

$$y' = a_0 + a_1 x'.$$

Широке використання лінійних зв'язків та зв'язків, що легко зводяться до лінійних, пояснюється наступними причинами:

- лінійні зв'язки прості та потребують відносно меншого об'єму обчислень, а методика їх встановлення доступніше та більш глибоко розроблена;
- існують теоретичні припущення більш частого використання лінійних форм зв'язку, яким притаманно нормальний розподіл, а воно найбільш часто зустрічається на практиці;
- кореляційну залежність часто заміняють лінійною формою зв'язку тому, що при відносно невеликих діапазонах зміни факторної ознаки будь-яку криву у першому наближенні можна апроксимувати кусково-лінійним зв'язком.

- Наведемо результати побудови та дослідження лінійних регресійних моделей на основі статистичних даних (Таблиця 1)[4]. Моделі формалізовані наступним чином:

- $X_1$  – фактор «кількість закладів»;
- $X_2$  – фактор «кількість учнів, тис.»;
- $X_3$  – фактор «прийнято учнів до ПТНЗ, тис.»;
- $Y$  - результуючий показник «кількість підготовлених кваліфікованих робітників, тис.».

- Таблиця 1. Вихідні статистичні дані\*

	Y	X1	X2	X3
	Підготовлено (випущено) кваліфікованих робітників, тис.	Кількість закладів	Кількість учнів, тис.	Прийнято учнів, тис.

1990	376,7	1246	643,4	380,5
1991	338,1	1251	648,4	377,4
1992	307,1	1255	647,2	367,9
1993	307	1185	629,4	340,8
1994	288,4	1177	572,8	286
1995	277,3	1179	555,2	300,5
1996	274,8	1156	539,7	304,2
1997	264,5	1003	528,1	311,2
1998	259,2	995	529	304,2
1999	263,5	980	527,7	307,3
2000	266,8	970	524,6	307,3
2001	278,8	965	512,3	309,1
2002	282,4	962	501,9	311
2003	275,6	953	493,1	311,2
2004	283,4	1011	507,3	327,6
2005	286,6	1023	496,6	314,2
2006	289,3	1021	473,8	303,7
2007	285,1	1022	454,4	299,2
2008	269,6	1018	443,6	288,1
2009	239,4	975	424,3	249,9

\*Дані взяті в масштабах України.

**Модель 1.** Доведено, що між кількістю підготованих кваліфікованих робітників і кількістю закладів існує лінійний зв'язок. Запишемо рівняння регресії у вигляді:  $y = a_0 + a_1x + u$ ,  $y^{\wedge} = a^{\wedge}_0 + a^{\wedge}_1x$ , де  $y, y^{\wedge}$  - відповідно фактичні та розрахункові значення підготованих робітників;  $x$  - кількість закладів;  $a_0, a_1$  та  $a^{\wedge}_0, a^{\wedge}_1$  - параметри моделі, які потрібно оцінити та їх оцінки;  $u$  - стохастична складова. Аналогічно формулюється задача для інших моделей.

Після проведених за стандартною методикою [3] необхідних досліджень та розрахунків модель має вид:

$$Y = 75,08 + 0,197X_1$$

Гранична ефективність фактора 0,197, тобто на один додатковий заклад припадає 197 підготованих кваліфікованих робітників.

Середня ефективність фактора розраховується за формулою  $285,68/1067,35 = 0,268$ ,

де середнє значення результуючого показника  $Y_{\text{ср}} = 285,68$ , середнє значення фактора  $X_{1\text{ср}} = 1067,35$ , тобто на один заклад припадає 286 підготованих кваліфікованих робітників.

Коефіцієнт еластичності обчислено наступним чином (гранична ефективність ділиться на середню ефективність фактора):

$$0,197/0,268 = 0,735$$

Таким чином, випуск кваліфікованих робітників зросте на 0,735%, якщо кількість закладів збільшиться на 1%.

**Модель 2.** Доведено, що між кількістю підготованих кваліфікованих робітників і кількістю учнів існує лінійний зв'язок. Модель має вид:

$$Y=109,9 + 0,33X_2$$

Гранична ефективність 0,33, тобто на одну додаткову тисячу кількості учнів припадає 330 підготованих кваліфікованих робітників.

$$\text{Середня ефективність (} U_{\text{ср}} = 285,68, X_{2\text{ср}}=532,64) \\ 285,68/532,64=0,536$$

Коефіцієнт еластичності

$$0,33/0,536=0,616$$

Таким чином, випуск кваліфікованих робітників зросте на 0,616%, якщо кількість учнів збільшиться на 1%.

**Модель 3.** Доведено, що між кількістю підготованих кваліфікованих робітників і кількістю прийнятих учнів існує лінійний зв'язок. Модель має вид:

$$Y=28,02 + 0,82X_3$$

Гранична ефективність 0,82 – тобто на одну додаткову тисячу кількості прийнятих учнів припадає 820 підготованих кваліфікованих робітників.

$$\text{Середня ефективність (} U_{\text{ср}} = 285,68, X_{3\text{ср}}=315,07) \\ 285,68/315,07=0,907$$

Коефіцієнт еластичності

$$0,82/0,907=0,904$$

Тобто випуск кваліфікованих робітників зросте на 0,904%, якщо кількість прийнятих учнів збільшиться на 1%.

**Модель 4.** Побудова багатофакторної регресійної моделі проводилася за стандартною методикою [3]. В результаті модель має вид:

$$Y=-0,17 + 0,08X_1+ 0,64X_3$$

Гранична ефективність кількості закладів (при фіксованій кількості прийнятих учнів) 0,08 – тобто на одну додаткову одиницю закладів припадає 80 підготованих кваліфікованих робітників.



Гранична ефективність кількості прийнятих учнів (при фіксованій кількості закладів) 0,64 – тобто на одну додаткову тисячу кількості учнів припадає 640 підготованих кваліфікованих робітників.

Середня ефективність ( $U_{\text{ср}} = 285,68$ ,  $X1_{\text{ср}}=1067,35$ ,  $X3_{\text{ср}}=315,07$ )

$$285,68/1067,35=0,268$$

$$285,68/315,07=0,907$$

Коефіцієнт еластичності кількості закладів

$$0,08/0,268=0,118$$

Коефіцієнт еластичності кількості прийнятих учнів

$$0,64/0,907=0,706$$

Тобто випуск кваліфікованих робітників зросте на 0,118%, якщо кількість закладів зросте на 1%, а також випуск кваліфікованих робітників зросте на 0,706%, якщо кількість прийнятих учнів збільшиться на 1%. Таким чином, можна зробити висновок, що більш ефективним є збільшення кількості прийнятих учнів ніж збільшення кількості закладів ПТНЗ.

Для збільшення кількості прийнятих учнів до ПТНЗ можливе використання широкого спектру методів, засобів та заходів. Це і пропаганда робітничих професій, профорієнтаційна робота серед молоді, багатопрофільність ПТНЗ, залучення до здобуття робітничих професій незанятого населення (співпраця з Державною службою зайнятості України), організація підвищення кваліфікації тощо.

Тому актуальним є питання визначення значення кількості прийнятих учнів до ПТНЗ на пару найближчих років. Для відповіді на це питання розрахуємо відсотки кількості прийнятих учнів до ПТНЗ від загальної кількості учнів ПТНЗ. Отримуємо динамічний ряд, який наведено у таблиці 2 та на графіку (Рис.1).

Таблиця 2. Результати розрахунків.

Рік	Відсоток прийнятих учнів до ПТНЗ до їх загальної кількості
1990	59,14
1991	58,2

1992	56,85
1993	54,15
1994	49,93
1995	54,12
1996	56,36
1997	58,93
1998	57,5
1999	58,23
2000	58,58
2001	60,34
2002	61,96
2003	63,11
2004	64,58
2005	63,27
2006	64,1
2007	65,85
2008	64,95
2009	58,9

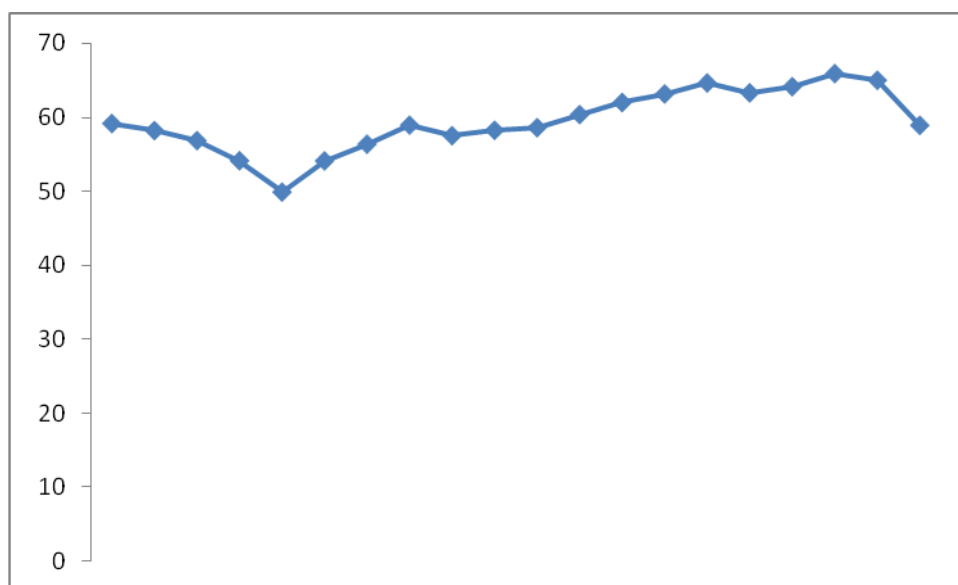


Рис.1. Графік відсотків кількості учнів прийнятих до ПТНЗ від загальної кількості учнів ПТНЗ за 1990-2009 рр.

Як видно з графіку (Рис.1), починаючи з 1994 року, коли відсоток сягнув значення 49,93%, спостерігається стійка тенденція до зростання відсотку прийнятих учнів до ПТНЗ від їх загальної кількості, який прийняв свого максимального значення 65,87% у 2007 році. Падіння його значення у 2009 році до рівня 58,9% можна пояснити також соціально-економічним та

політичним станом суспільства та наслідками світової економічної кризи. Середнє значення відсотків дорівнює 59,45%, або приблизно 60%. Це значення можна використовувати для короткострокового прогнозування показника прийнятих учнів до ПТНЗ на пару найближчих років. У 2010 році було прийнято 65% .

Проведені дослідження підтвердили життєспроможність та ефективність економетричного аналізу економічних аспектів розвитку системи професійно-технічної освіти. Фактично, математичними розрахунками підтверджені інтуїтивно очевидні явища та практична дійсність. Для подальшої роботи необхідно розширити статистичну базу досліджень, а саме залучати до побудови моделі галузеву статистику, а саме показники трудових ресурсів, вартісних показників (витрати, вартість основних фондів, фонд заробітної плати тощо), показники ринку праці. Це можливо при умові побудови динамічних рядів показників достатньої якості. При дослідженні якості моделі, що будується, бажано і можливе використання більш потужних економетричних та математичних методів дослідження. При короткостроковому прогнозуванні показників доцільне використання методів адаптивного прогнозування, які підтвердили свою високу ефективність в інших предметних областях.

Побудовані моделі володіють достатньою якістю, що робить їх придатними для короткострокового прогнозування, прийняття управлінських рішень.

### Література

1. Каленюк І.С. Економіка освіти. – К.:Знання України, 2005. – 316 с.
2. <http://library.if.ua/120.html>. Задорожна Н.В. «Мікроекономічна теорія виробництва і витрат (2003)»
3. Лукьяненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика. – К.: Товариство «Знання», КОО, 1998. – 494 с.
4. <http://www.ukrstat.gov.ua>

**Айстраханов Д.Д. АПРОБАЦИЯ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИССЛЕДОВАНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос возможности применения эконометрических моделей к исследованию эффективности профессионально-технического образования, кратко изложены теоретические вопросы эконометрики, приведены результаты построения линейных регрессионных моделей и их экономического анализа, предложен подход к прогнозированию определенного статистического показателя.

**Ключевые слова:** эконометрическая модель, прогнозирование, статистика.

**Aistrahanov Dmitriy TEST OF ECONOMETRIC APPROACH FOR STUDY THE EFFECTIVENESS OF VOCATIONAL-TECHNICAL EDUCATION.**

**Abstract.** The article discusses the possibility of using econometric models to study the effectiveness of vocational education, are summarized theoretical aspects of econometrics, the results of the construction linear regression models and economic analysis, an approach to predict a specific statistic.

**Keywords:** econometric models, forecasting, statistics.