



MATHEMATICAL METHODS, MODELS AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ECONOMY

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 338.27: 378.1

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ ДЕМОГРАФІЧНИХ ФАКТОРІВ ВІДПОВІДНО ДО ТЕНДЕНЦІЙ ЗМІН В ЕКОНОМІЦІ

Дар'я Біленко

*Донецький національний університет імені Василя Стуса,
Вінниця, Україна*

Резюме. Запропоновано економіко-математичну модель прогнозу розвитку ринку освітніх послуг України з урахуванням демографічних факторів відповідно до тенденцій змін в економіці. Для цього визначено фактори взаємовпливу ринку освітніх послуг та ринку праці, доведено, що важливою передумовою прогнозу розвитку ринку освітніх послуг з метою досягнення максимально можливого і в довготерміновому плані стабільного використання працездатного населення є баланс між демографічною ситуацією (демографічні фактори) і розвитком економіки (економічні фактори). Проведено аналіз переваг існуючих економіко-математичних моделей, що можуть бути застосовані до прогнозування розвитку ринку освітніх послуг України. Враховувати демографічні фактори запропоновано за допомогою методу пересування вікових груп, доцільність методу полягає в тому, що він дозволяє встановити не тільки чисельність, але й склад майбутніх фахівців. Економічні фактори описуються за допомогою павутиноподібної моделі, яка дозволяє описати перехід від однієї стійкої рівноваги ринку праці до іншої в тому випадку, коли в деякий момент часу при кожному значенні заробітної плати збільшується величина попиту на фахівців, і, як наслідок, на споживачів освітньої послуги зазначеної спеціальності. Економічні та демографічні фактори, які надають можливість переходу до стійкого економічного зростання та залежать від накопичення й використання людських ресурсів, враховуються в двосекторній ендогенній економіко-математичній моделі. Для кожної з моделей наведено функціональні залежності між складовими ринку освітніх послуг. Комплекс економіко-математичних моделей прогнозу розвитку ринку освітніх послуг, куди входять метод пересування вікових груп, павутиноподібна модель, двосекторна модель економічного зростання, представлений у вигляді відповідної схеми. Реалізація комплексу економіко-математичних моделей прогнозу розвитку ринку освітніх послуг дозволить визначити потреби економіки в робочих місцях із урахуванням коливань заробітної плати та очікуваннями щодо віддачі доходу, вкладеного в освіту.

Ключові слова: ринок освітніх послуг, метод пересування вікових груп, павутиноподібна модель, двосекторна модель економічного зростання.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2019.06.164

Отримано 13.12.2019

UDC 338.27: 378.1

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL FOR FORECASTING OF UKRAINIAN EDUCATIONAL INDUSTRY MARKET DEVELOPMENT CONSIDERING DEMOGRAPHIC FACTORS IN ACCORDANCE WITH THE ECONOMY TRENDS**Daria Bilenko***Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine*

Summary. *Economic-mathematical model for forecasting of Ukrainian educational industry market development considering demographic factors in accordance with the economy trends is proposed in this paper. For this purpose factors of mutual influence of the educational industry market and the labor market are determined, it is proved that an important condition for forecasting the educational industry market development in order to achieve the maximum possible and long-term sustainable use of able-bodied population is balance between demographic situation (demographic factors) and economic development (economic factors). The advantages of the existing economic-mathematical models that can be applied for forecasting Ukrainian educational market industry development are analyzed. It is proposed to consider demographic factors by means of technique of ageing, the relevance of this method is its ability to determine not only the number but also the list of future specialists. Economic factors are described by web-like model. It enables to describe the transition from one labor market stable equilibrium to another when at some point at each wage value the demand for specialists increases as well as for educational industry consumers of the specified specialty. Economic and demographic factors providing the possibility to move towards sustainable economic growth and depend on the accumulation and use of human resources are taken into account in two-sector endogenous economic-mathematical model. For each model, functional relationships between the components of the educational industry market are presented. A set of economic-mathematical models for forecasting of the educational industry market development including technique of ageing, web-like model, two-sector economic growth model is presented in the form of diagram. The implementation of economic-mathematical models set for forecasting of the educational industry market development makes it possible to determine the economy labour demand, taking into account wage fluctuations and expectations from the revenues invested in education.*

Key words: *educational industry market, technique of ageing, web-like model, two-sector economic growth model.*

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2019.06.164

Received 13.12.2019

Постановка проблеми. Система вищої освіти України в нових умовах господарювання змушена приймати нові риси. Завдання вищих навчальних закладів (ВНЗ) попереднього періоду відходять на задній план і головними стають питання адаптації до сучасних висококонкурентних умов функціонування. Головною проблемою ринку освітніх послуг є ізольованість від економічних реалій та інертність до вимог ринку праці. Неefективний розподіл бюджетних коштів з надлишком соціально-економічних спеціальностей призвели до глобального розриву між реальним сектором економіки та освітньою сферою, невідповідністю якості кадрів сучасним потребам ринку праці та, як наслідок, високим рівнем безробіття серед молоді. Рівень безробіття у січні–червні 2019 року у віковій групі 15–24 роки є найвищим по порівняно з іншими віковими категоріями та складає 15,6% до робочої сили відповідного віку [1].

Існуючі методи боротьби з безробіттям не завжди виявляються ефективними, тому що передумови для їх виникнення проявляються набагато раніше, починаючи з динаміки приросту населення і його міграції й закінчуючи напрямками підготовки студентів, які в майбутньому будуть претендувати на ті чи інші види робіт. Іншою важливою стороною цієї проблеми є невідповідність пропозиції на перелік професій, попит на які змінюється в міру розвитку економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процес взаємного пристосування ринку освітніх послуг і ринку праці описано в моделі Р. В. Фрідмена. У його дослідженні

обсяг пропозиції кваліфікованої праці є функцією не тільки ставки заробітної плати, а й обсягу щорічної підготовки кваліфікованих робітників. А обсяг попиту на освітні послуги є функцією не тільки оплати за навчання, а й ставки заробітної плати кваліфікованих робітників. Фрідмен довів, що принципова можливість взаємного пристосування ринків базується на збігу інтересів споживачів освітніх послуг і роботодавців, що вимагає володіння інформацією про перспективи розвитку, наявних робочих місць [2]. Окрім заробітної плати розвиток ринку освітніх послуг, як і ринок праці, визначається фактором людського ресурсу. Дефіцит робочої сили, який формується під впливом зниження чисельності народжених у попередні роки та еміграції населення, може призвести до обмеження економічного зростання [3, 4].

Аналіз зазначених факторів бачиться найефективнішим у межах єдиного підходу, який дозволить розробляти науково обґрунтовані прогнози розвитку ринку освітніх послуг із урахуванням демографічних та економічних факторів на середньотерміновий і довготерміновий періоди.

Метою дослідження є розроблення моделі прогнозу розвитку ринку освітніх послуг України, яка складається з комплексу економіко-математичних моделей, що враховують демографічні та макроекономічні фактори.

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети визначено такі наукові завдання: визначити фактори взаємовпливу ринку освітніх послуг та ринку праці; провести аналіз переваг існуючих економіко-математичних моделей, що можуть бути застосовані до прогнозування розвитку ринку освітніх послуг України; навести функціональні залежності між складовими ринку освітніх послуг, на які впливають демографічні та економічні фактори.

Для вирішення поставлених завдань було використано методи: аналіз, узагальнення, моделювання.

Виклад основного матеріалу. Ринок освітніх послуг тісно пов'язаний з ринком праці, оскільки споживач освітньої послуги у виборі її змісту та якості керується тими можливими вигодами, які можуть бути отримані при реалізації здобутої освіти й професійної підготовки на ринку праці.

Спільною рисою ринку освітніх послуг з будь-яким іншим ринком є те, що розміри вигоди на здобуття освіти зрівнюються з витратами, які необхідно понести. Головною відмінністю є те, що при виборі напрямку освіти споживач користується такими суб'єктивними для ринку факторами, як особиста схильність до тієї чи іншої діяльності, вплив сім'ї, моди, через що виникають розбіжності між інтересами споживачів освітніх послуг та роботодавців. Як результат, виникає дисбаланс на ринку освітніх послуг і ринку праці: кількість людей, які прагнуть здобути освіту не відповідає числу місць у системі освіти, а кількість майбутніх працівників не відповідає числу робочих місць [5]. Для подолання зазначеної проблеми складовою розвитку ринку освітніх послуг України має стати ринок праці, який виконує функцію встановлення рівноваги між попитом і пропозицією та встановлення зв'язків між роботодавцями й потенційними працівниками – споживачами освітніх послуг.

До чинників формування попиту на ринку праці можна віднести такі економічні фактори [2, 3]: структуру суспільного виробництва, обсяг суспільного виробництва, темпи зростання національної економіки, фазу економічного циклу, рівень науково-технічного розвитку, рівень попиту на споживчих ринках.

Пропозиція праці також формується під впливом великої кількості факторів різної природи. Для зручності аналізу ці фактори об'єднані в 3 групи: економічні, демографічні та інституційно-правові.

До економічних факторів можна віднести [2, 3]: середній рівень оплати праці (даний показник, відповідно до механізму функціонування ринку праці, є як

передумовою формування, так і наслідком взаємодії попиту і пропозиції праці), індекс людського розвитку, професійну структуру ринку праці.

Група демографічних факторів представлена такими [4]: природний приріст населення, статева та вікова структура населення, рівень освіти, мобільність населення, рівень економічно активного населення.

У третю групу об'єднані фактори інституційно-правового характеру [4]: норми трудового законодавства, мінімальний рівень оплати праці, діяльність профспілок, соціальні гарантії з безробіття. Економічні фактори присутні в третій групі опосередковано через рівень розвитку економіки: саме високий рівень доходів державного бюджету забезпечує високий рівень державних соціальних гарантій.

Зазначені фактори чинять певний вплив один на одного як у межах виділених груп, так і між групами. Обсяг і темпи зростання суспільного виробництва змінюються залежно від того, на якій стадії економічного циклу перебуває економіка, рівень науково-технічного розвитку впливає на темп зростання ВВП і структуру суспільного виробництва, яка, в свою чергу, визначає професійну структуру ринку праці. Природний приріст населення і його статеву структуру багато в чому формують економічно активне населення, а рівень освіти впливає на рівень науково-технічного розвитку і професійну структуру ринку праці.

Тобто важливою передумовою прогнозу розвитку ринку освітніх послуг України з метою досягнення максимально можливого і в довготерміновому плані стабільного використання працездатного населення є баланс між демографічною ситуацією (демографічні фактори) і розвитком економіки (економічні фактори). Мета управління системою вищої освіти має полягати в розробленні таких прогнозів та планів, які б враховували фактори, що впливають як на пропозицію робочої сили, так і на попит на неї за спеціальностями, які пропонують ВНЗ. Одним із способів прогнозування балансу між попитом та пропозицією робочої сили є економіко-математичне моделювання її рівноваги, а ефективність такого регулювання може бути досягнута тільки при обліку макроекономічних і демографічних чинників.

Відомо, що ринок праці перебуває у тісній взаємозалежності з природними процесами відтворення робочої сили. Також на ринок впливає процес міграції населення, що змінює рівноважний стан з боку пропозиції робочої сили та кон'юнктуру ринку праці.

Враховувати демографічні фактори при розробленні прогнозів розвитку ринку освітніх послуг України пропонується за допомогою методу пересування вікових груп. Тут його доцільність полягає в тому, що показники народжуваності й смертності, міграції істотно різняться у різних статеві-вікових групах [6].

Застосування методу пересування вікових груп засноване на використанні рівняння демографічного балансу. Дані про чисельність окремих віково-статевих груп пересуваються щороку в наступний вік, а чисельність нульовий вікової групи визначається на підставі прогнозу річної кількості народжень та смертності новонароджених.

Суть методу пересування вікових груп полягає у відстеженні руху окремих когорт у часі відповідно до заданих (прогнозних) параметрів народжуваності, смертності та міграції. Якщо ці параметри зафіксовані в деякий початковий момент часу t_0 , залишаючись потім незмінними протягом періоду D_i , то це однозначно визначає чисельність і структуру населення в момент часу $t_0 + D_i$.

Починаючи з моменту часу t_0 , чисельність населення кожного окремого віку зменшується відповідно до прогнозних повікових вірогідностей смерті. З вихідної чисельності населення кожного віку віднімається число померлих, а ті, хто залишився, стають на рік старше. Прогнозні повікові рівні народжуваності використовуються для визначення числа народжень на кожен рік прогнозного періоду. Метод також враховує

повікову інтенсивність міграції (прибуття та вибуття). Процедура повторюється для кожного року прогнозного періоду. Тим самим визначається чисельність населення кожного віку і статі, загальна чисельність населення, загальні коефіцієнти народжуваності, смертності, а також коефіцієнти загального та природного приросту.

На практиці прогноз населення здійснюється на основі вікових даних для кожної статі окремо. Міграцію прийнято вимірювати в термінах очікуваної щорічної нетто-міграції, класифікованої за статтю та віком.

У загальному вигляді модель ймовірнісного пересування вікових груп має такий вигляд [6]:

$$S_t = S_x P_x, \quad (1)$$

де S_t – прогнозована чисельність населення певної вікової групи, тис. осіб;

S_x – чисельність населення суміжної молодшої вікової групи, тис. осіб;

P_x – ймовірність дожиття до наступної старшої вікової групи.

Таким чином, метод пересування вікових груп дозволяє встановити не тільки чисельність, але й склад майбутнього суспільства, що є передумовою для вирішення завдань визначення наслідків змін на ринку праці, необхідної інтенсивності міграційного потоку, а також потреби економіки в робочих місцях окремих видів спеціальностей.

Одним із методів дослідження моделі ринку, яка б враховувала економічні фактори та показувала здатність ринку до самостійного встановлення рівноваги в результаті взаємодії попиту і пропозиції, є павутиноподібна модель [7]. Практичне значення аналізу стабільності полягає в тому, що коли ринок праці має стабільність рівноваги, то його додаткове регулювання з боку держави не обов'язкове. Якщо ж ринкова рівновага нестабільна, то державне регулювання необхідне. Звідси пропонується моделювання рівноваги попиту та пропозиції на ринку праці здійснювати за допомогою павутиноподібної моделі.

Відповідно до методології павутиноподібної моделі ринок праці може бути представлений як взаємодія попиту та пропозиції фахівців за певною галуззю знань певного рівня освіти. Криві попиту та пропозиції мають традиційний нахил та описуються лінійними рівняннями.

Крива попиту – негативна, так як у міру зростання заробітної плати роботодавці будуть намагатися замінити дорожчу кваліфіковану працю на дешевшу некваліфіковану. Величина попиту залежить від зарплат фахівців поточного періоду:

$$L_d = L_d(W_t), \quad (2)$$

де L_d – величина попиту на фахівців за певною галуззю знань певного рівня освіти, осіб;
 W_t – заробітна плата фахівця певної галузі знань певного рівня освіти в t -й період часу, грн.

Крива пропозиції праці – позитивна, тому що чим більший розрив у заробітної плати кваліфікованих та некваліфікованих працівників, тим більше людей будуть прагнути здобути вищу освіту. Величина пропозиції залежить від зарплат попереднього періоду:

$$L_s = L_s(W_{t-1}), \quad (3)$$

де L_s – величина пропозиції фахівців за певною галуззю знань певного рівня освіти, осіб;
 W_{t-1} – заробітна плата фахівця певної галузі знань певного рівня освіти в $t-1$ -й період часу, грн.

Звідси випливає, що чим більша частка працівників має вищу освіту, тим менша різниця в доходах між кваліфікованими фахівцями та некваліфікованими, що відповідно зменшує індивідуальну віддачу від вищої освіти.

Для ринку праці також характерний часовий лаг у підстроюванні пропозиції праці у відповідь на зміни в попиті на працю. Цей лаг викликаний тривалістю освітніх програм та складає не менше 4–5 років. У результаті в короткотерміновому періоді пропозиція праці нееластична, а підстроювання ринку праці при шоках у попиті відбувається за принципом павутиноподібної моделі. У початковий період шок попиту виражається в зростанні зарплати, і ринок праці переходить в новий стан. У відповідь на це пропозиція в довготерміновому періоді зростає, але вона виявляється надлишковою при зарплаті, яка падає, що викликає у довготерміновому періоді зниження пропозиції.

Після цього, так як попит знову перевищує пропозицію, відбувається повторення циклу підстроювання, поки коливання ринку не призводять до довготермінової рівноваги із заробітною платою W . Таке підстроювання розтягнуто в часі й може бути перервано черговими шоками попиту на працю фахівців [7].

Таким чином, павутиноподібна модель демонструє перехід від однієї стійкої рівноваги до іншої в тому випадку, коли в деякий момент часу при кожному значенні заробітної плати збільшується величина попиту на фахівців.

Якщо розглядати здобуття освіти як інвестицію в людський капітал, то на перший план виходять такі економічні фактори, як процентна ставка віддачі доходу, вкладеного в освіту, що залежить від рівня розвитку економіки, зокрема продуктивності сектора кінцевої продукції. Двосекторна ендогенна економіко-математична модель, де економічне зростання є результатом накопичення людського капіталу в секторі освіти, запропонована Р. Лукасом [8]. Аналіз зазначеної моделі довів, що для прогнозування розвитку ринку освітніх послуг України найбільш корисною є функція максимізації майбутньої дисконтованої зарплати та функція визначення оптимального часу навчання.

Максимізація майбутньої дисконтованої зарплати визначається при постійному темпі приросту зарплати та процентної ставки [8]:

$$\max \dot{W} = \int_{N_{ST}}^N e^{\beta N_{ST}} h_t e^{\Delta W t} W_t e^{-rt} dt, \quad (4)$$

де N – загальний обсяг часу працездатної людини, роки;

N_{ST} – час навчання, роки;

β – коефіцієнт продуктивності сектора освіти;

h_t – рівень людського капіталу в момент часу t ;

ΔW – темп приросту заробітної плати, грн.;

W_t – заробітна плата в t -й період часу, грн.;

r – відсоткова ставка, %.

Результат розрахунку майбутньої дисконтованої зарплати дозволяє визначити ті пріоритетні напрямки вищої освіти, де людський капітал буде збільшуватися в процесі роботи.

Оптимальний час навчання знаходимо так [8]:

$$N_{ST} = N - \frac{1}{(\Delta W - r)} \ln\left(1 + \frac{\Delta W - r}{\beta}\right), \quad (5)$$

де N – загальний обсяг часу працездатної людини, роки;

ΔW – темп приросту заробітної плати, грн.;

r – відсоткова ставка, %.

β – коефіцієнт продуктивності сектора освіти.

Якщо оптимальний час навчання не буде співпадати з тим, який пропонують ВНЗ для здобуття освіти, то споживачі освітніх послуг будуть відмовлятися від навчання в ВНЗ, знаходячи альтернативу у вигляді курсів, тренінгів тощо.

Таким чином, демографічні та економічні фактори розвитку ринку освітніх послуг, які надають можливість переходу до стійкого економічного зростання та залежить від накопичення й використання людських ресурсів, описуються моделлю економічного розвитку.

Звідси комплекс економіко-математичних моделей прогнозу розвитку ринку освітніх послуг України можна представити таким чином:



Рисунок 1. Комплекс економіко-математичних моделей прогнозу розвитку ринку освітніх послуг із урахуванням демографічних та економічних факторів

Figure 1. A set of economic-mathematical models for forecasting the educational industry market development taking into account demographic and economic factors

Реалізація комплексу економіко-математичних моделей прогнозу розвитку ринку освітніх послуг дозволить визначити потреби економіки в робочих місцях окремих видів спеціальностей з урахуванням коливань заробітної плати, чисельності фахівців на ринку праці та очікуваннями щодо віддачі доходу, вкладеного в освіту.

Висновки. Запропоновано при прогнозі розвитку ринку освітніх послуг використовувати метод пересування вікових груп, павутиноподібну модель та модель економічного зростання. Комплекс зазначених економіко-математичних моделей дозволяє визначити попит на затребувані спеціальності з урахуванням демографічних факторів відповідно до тенденцій розвитку економіки. Подальшим напрямком дослідження є використання методу системної динаміки для реалізації комплексу економіко-математичних моделей прогнозу розвитку ринку освітніх послуг в єдиному інформаційному просторі.

Conclusions. Thus, while forecasting Ukrainian educational industry market development it is proposed to use technique of ageing, web-like model, two-sector economic growth model. A set of these models makes it possible to determine the required specialties demand considering demographic factors in accordance with the economic trends. Further research is the system dynamics method use for the implementation of the set of economic-mathematical models for forecasting the educational industry market development in the single information space.

Список використаної літератури

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/dem/r_pr.htm.
2. Фридмен М. Роль денежной политики. Количественная теория денег. М.: Эльер Пресс, 1996. 181 с.
3. Кожем'якіна С. Ринок праці та зайнятість в Україні: реалії та перспективи: колективна монографія. К.: ІПК ДСЗУ, 2018. 424 с.
4. Краус Н. М., Самойленко Є. Г. Тіньова зайнятість і офіційне безробіття на ринку праці: світовий досвід і українські реалії. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. 2014. № 1 (63). С. 64–71.
5. Бурденко Е. В. Взаимосвязь рынка труда и рынка образовательных услуг. Экономическое обозрение. Дизайн и технологии. № 1 (43). 2003. С. 238–244.
6. Медков В. М. Демография. М.: ИНФРА-М, 2007. 683 с.
7. Пашимян П. Паутинообразная модель. Экономическая теория. 2004. С. 70–73
8. Лукас Р. Э. О механике экономического развития. Лекции по экономическому росту. 2013. С. 37–100.

References

1. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Friedman M. Rol' denezhnoy politiki. Kolichestvennaya teoriya deneg. The role of monetary policy. Quantitative theory of money. M.: Elier Press, 1996. 181 p. [In Russian].
3. Kozhemyakina S. Rinok pratsi ta zaunyatist' v Ukraini: realii ta perspektivi: kolektivna monografiya. Labor Market and Employment in Ukraine: Realities and Prospects: a Collective Monograph. K.: PES PESU, 2018. 424 p. [in Ukrainian].
4. Kraus N. M, Samoilenko E. G. Tin'ova zaunyatist' i ofitsiynе bezrobittya na rinku pratsi: svitoviy dosvid i ukraïns'ki realii. Shadow employment and official unemployment in the labor market: world experience and Ukrainian realities. Naukoviy visnik Poltavs'kogo universitetu ekonomiki i torgivli. 2014. No. 1 (63). P. 64–71.
5. Burdenko E. V. Vzaimosvyaz' rynku truda i rynku obrazovatel'nykh uslug. Relationship between the labor market and the educational services market. Ekonomicheskoe obozrenie. Dizayn i tekhnologii. 2003. No. 1 (43). P. 238–244.
6. Medkov V. M. Demografiya. M.: INFRA-M, 2007. 683 p. [In Russian].
7. Pashinyan P. Pautinoobraznaya model. Cobweb model. Ekonomicheskaya teoriya. 2004. P. 70–73.
8. Lucas P. E. O mekhanike ekonomicheskogo razvitiya. On the mechanics of economic development. Leksii po ekonomicheskomu rostu. 2013. P. 37–100.