

**СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ЧИННИКИ РОЗВИТКУ ОНЛАЙН-ОСВІТИ<sup>1</sup>****Вень Мінь Мінь**

кандидат економічних наук, доцент

Школа менеджменту, Університет океану Гуандун, 1 Haida str., Zhanjiang, Guangdong, China, 524088, w-m-m@163.com

**ORCID: 0000-0003-2485-1339****Костянтин Мамонов**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри земельного адміністрування і геоінформаційних систем

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002, kostia.mamonov2017@gmail.com

**ORCID: 0000-0002-0797-2609****Євгеній Грицьков**

доктор економічних наук, професор кафедри підприємництва та бізнес-адміністрування

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002, grytskov@kh.gov.ua

**ORCID: 0000-0003-4766-7155****Людмила Коваленко**

кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри вищої математики

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002, lbkovalenkovm@gmail.com

**ORCID: 0000-0002-5959-9762**

Доведено, що для вирішення складних питань, формування управлінських рішень у сфері онлайн-освіти особливе значення має кількісна основа. Тому одним з інструментів її розроблення є математичне моделювання, яке дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між соціально-економічними чинниками та параметрами розвитку онлайн-освіти.

Метою дослідження є встановлення причинно-наслідкових зв'язків між соціально-економічними чинниками розвитку онлайн-освіти. Досягнення поставленої мети визначається завданнями. Запропоновані рекомендації щодо розвитку онлайн-освіти завдяки зміні траєкторії соціально-економічних показників: формування сучасної демографічної політики на регіональному рівні; зниження рівня безробіття завдяки створенню нових робочих місць; проведення профорієнтаційної роботи щодо залучення здобувачів у систему онлайн-освіти; вирішення проблемних аспектів щодо фінансового забезпечення онлайн-освіти; формування інформаційного та матеріального забезпечення онлайн-освіти.

У результаті дослідження запропоновано інструментарій формування кількісного підґрунтя ухвалення рішень на основі математичного моделювання. Причому особливе значення мають соціально-економічні параметри забезпечення онлайн-освіти.

**Ключові слова:** онлайн-освіта, освітня діяльність, соціально-економічні чинники, узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти, математичне моделювання.

**Актуальність роботи.** У сучасних умовах розвиток освітньої діяльності пов'язаний із застосуванням онлайн-освіти. Це визначається змінами, що відбуваються у внутрішньому та

зовнішньому середовищі, та впливом чинників, зокрема наслідками пандемії COVID-19 і агресії РФ. Онлайн-освіта характеризується як комплексний процес, що передбачає взаємодію багатьох елементів: фінансових, економічних, інформаційних, інструментальних. У цьому контексті особливого значення набувають соціально-економічні чинники, які є визначальними в системі освітньої діяльності. Вони формують основу для її розвитку та забезпечують ефективність її функціонування.

<sup>1</sup> This article is supported by the Guangdong Philosophy and Social Sciences "13<sup>th</sup> Five Year Plan" 2020 Project (GD20XYJ10), by the project of Enhancing School with Innovation of Guangdong Ocean University's (230420023 and 120701) and by the program for scientific research start-up funds of Guangdong Ocean University (R20067), and by the Humanities and Social Sciences Research Project of Guangdong Ocean University.

Для вирішення складних питань, формування управлінських рішень у сфері онлайн-освіти особливе значення має кількісна основа. Тому одним з інструментів її розроблення є математичне моделювання, яке дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між соціально-економічними чинниками та параметрами розвитку онлайн-освіти. Також постають проблемні аспекти щодо можливостей його застосування, формування інформаційно-аналітичного забезпечення. Отже, тема дослідження є актуальною та має велике значення для розвитку онлайн-освіти.

**Матеріал і результати досліджень.** Теоретичні та практичні аспекти освітньої діяльності, з огляду на напрями й особливості формування та реалізації інформаційного інструментарію, представлені в наукових розробках [1–4]. Процеси формування та розвитку онлайн-освіти висвітлені у працях [5–6].

Науково-методичні підходи реалізації освітньої діяльності сформовані в авторських розробках [7–8].

Водночас залишається невирішеним комплекс актуальних питань, пов'язаних із формуванням кількісного підґрунтя ухвалення рішень у системі розвитку освітнього процесу на основі онлайн-освіти, де фокусується увага на дослідженні соціально-економічних чинників із використанням економіко-математичного моделювання.

Виокремлені соціально-економічні чинники розвитку онлайн-освіти на регіональному рівні:

- чисельність населення на регіональному рівні ( $S_1$ );
- рівень безробіття населення за регіонами ( $S_2$ );
- рівень реального доходу у % до минулого року ( $S_3$ ).

Зміни за представленими показниками визначені за даними, представленими в [9].

Запропоновані напрями математичного моделювання соціально-економічних чинників розвитку онлайн-освіти:

1.1. Формування інформаційно-аналітичного забезпечення на основі кількісних і якісних соціально-економічних чинників розвитку онлайн-освіти.

2.2. Побудова системи показників оцінки соціально-економічних чинників розвитку онлайн-освіти.

3.3. Оцінка узагальнювального чинника розвитку онлайн-освіти на регіональному рівні ( $I_s$ ) (рис. 1).

4.4. Визначення ступеня впливу чинників на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти на основі коефіцієнтів кореляції та детермінації.

5. Розробка математичних моделей.

6.6. Оцінка критеріїв адекватності математичної моделі.

7.7. Інтерпретація отриманих результатів.

У результаті дослідження, за допомогою методу експертних оцінок, визначено узагальнювальний чинник розвитку онлайн-освіти на регіональному рівні (див. рис. 1).

На основі оцінки встановлено, що в більшості регіонів спостерігається зростання значення онлайн-освіти (мають або посередні або суттєві значення). Це свідчить про необхідність здійснення заходів щодо розвитку онлайн-освіти, формування кількісної платформи ухвалення обґрунтованих рішень для забезпечення освітньої діяльності.

Визначені коефіцієнти кореляції та детермінації впливу соціально-економічних показників

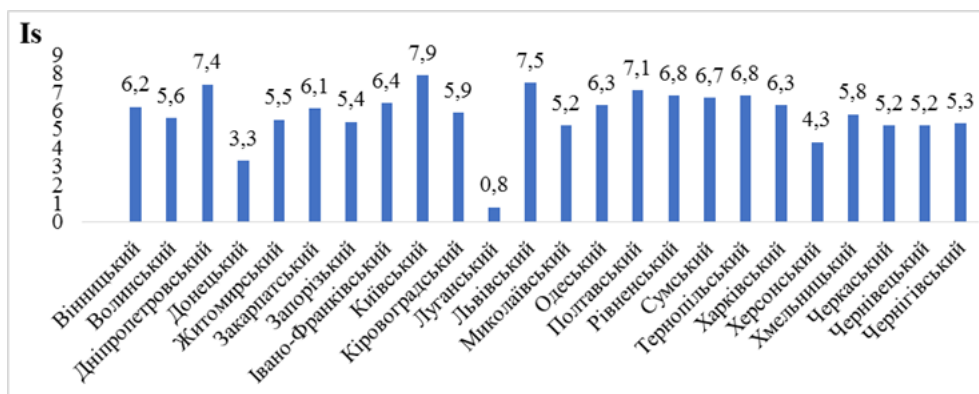


Рис. 1. Кількісні параметри узагальнювального чинника розвитку онлайн освіти, відн. од.

на узагальнювальний чинник розвитку онлайн-освіти на регіональному рівні (табл. 1).

У результаті дослідження визначено посередній вплив чисельності населення та реального доходу у відсотках до минулого року, що свідчить про необхідність урахування цих чинників у системі розвитку онлайн-освіти. Проте необхідно брати до уваги й інші чинники, що впливають на цей процес. Показник рівня безробіття населення за регіонами визначається на несуттєвому рівні, що вказує на зниження значення цього чинника, який є важливим у системі соціально-економічного розвитку.

Розроблені математичні моделі впливу соціально-економічних чинників на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти (табл. 2).

У результаті дослідження визначено, що соціально-економічні чинники прямо пропорційно впливають на зміни узагальнювального показника розвитку онлайн-освіти. Проте в цьому процесі необхідно враховувати й інші чинники, що забезпечують розвиток онлайн-освіти на регіональному рівні.

Визначені критерії адекватності математичних моделей:

1. t-критерій Стьюдента: визначає доцільність включення змінної до математичної моделі. Визначається за моделлю:

$$t = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{\frac{w_{x_1}^2}{N_1} + \frac{w_{x_2}^2}{N_2}}}, \quad (1)$$

де  $N_1, N_2$  – розмір виборки даних.

Фактичне значення t-критерію Стьюдента порівнюється з його нормативними значеннями. У разі, якщо фактичне значення критерію перевищує його нормативне значення, то включення в математичну модель змінних є доцільним. Якщо фактичне значення t-критерію Стьюдента менше за нормативне, то відповідний показник вилучається з моделі. Нормативні значення t-критерію Стьюдента представлені у спеціальних таблицях.

2. F-критерій Фішера: характеризує суттєвість установлених у математичній моделі зв'язків між показниками та достовірність визначеного коефіцієнта кореляції. Визначається за моделлю:

$$F = \frac{r^2}{1-r^2} \times \frac{(n-m-1)}{m}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість спостережень, од.

Фактичне значення F-критерію Фішера порівнюється з його нормативним значенням (аналогічно до попереднього критерію).

3. Перевірка на гомо- або гетероскедастичність: застосовується для рівня однорідності залишків економіко-математичної моделі. Гетероскедастичність показує високий рівень розсіювання залишків моделі, гомоскедастичність – свідчить про однорідність визначених залишків моделі. Визначаються за критерієм  $\mu$ ; параметричним тестом Гольдфельда – Квандта; непараметричним тестом Гольдфельда – Квандта; тестом Глейсера. Для проведення представленого дослідження застосовується програмний комплекс “Statistica”. Гетероскедастичність підтверджується, якщо значення, зокрема, критерію  $\mu$  перевищує середньоарифметичне значення змін-

Таблиця 1

**Результати визначення коефіцієнтів кореляції та детермінації впливу соціально-економічних показників на узагальнювальний чинник розвитку онлайн-освіти на регіональному рівні, відн. од.**

Назва соціально-економічного показника	Коефіцієнт кореляції (R)	Коефіцієнт детермінації (R <sup>2</sup> )
чисельність населення на регіональному рівні (S <sub>1</sub> )	0,78	0,61
рівень безробіття населення за регіонами (S <sub>2</sub> )	0,61	0,37
рівень реального доходу у % до минулого року (S <sub>3</sub> )	0,73	0,53

Таблиця 2

**Математичні моделі впливу соціально-економічних чинників на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти, відн. од.**

Назва математичної моделі	Математична модель
вплив чинника чисельність населення на регіональному рівні на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти	$I_s = 1,02 \times S_1 - 6,12$
вплив чинника рівня безробіття населення за регіонами на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти	$I_s = 0,04 \times S_2 - 1,15$
вплив чинника рівня реального доходу у % до минулого року на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти	$I_s = 0,32 \times S_3 - 1,02$

**Результати визначення критеріїв Фішера та Ст'юдента за моделями впливу соціально-економічних чинників на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти, відн. од.**

Назва математичної моделі	Розраховані значення $F$ і $t$ критеріїв Фішера та Ст'юдента	Нормативні значення $F$ і $t$ критеріїв Фішера і Ст'юдента (за рівня значущості 0,05)
вплив чинника чисельності населення на регіональному рівні на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти	$F_S = 21,3$ $t_{S^1} = 16,2$ $t_p = 4,1$	$F_H = 3,44$ $t_H = 2,31$
вплив чинника рівня безробіття населення за регіонами на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти	$F_{S^2} = 7,3$ $t_{S^2} = 6,2$ $t_p^2 = 8,3$	
вплив чинника рівня реального доходу у % до минулого року на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти	$F_{S^3} = 7,1$ $t_{S^3} = 7,3$ $t_p^3 = 4,3$	

ної. У протилежному випадку підтверджується гомоскедастичність. У разі гетероскедастичності модель вважається недостовірною, у протилежній ситуації – підтверджується її достовірність.

4. Критерій Дарбіна – Уотсона ( $S$ ): застосовується для перевірки економіко-математичної моделі на автокореляцію. Якщо підтверджується автокореляції, то модель вважається неадекватною та перебудовується. У протилежному випадку – підтверджується її важливість і достовірність. Критерій Дарбіна – Уотсона порівнюється з теоретичними значеннями  $s_u$  та  $s_d$ . Якщо фактичне значення критерію Дарбіна – Уотсона менше  $s_u$ , то підтверджується позитивна автокореляція. Якщо фактичне значення критерію перевищує  $s_d$  – автокореляція відсутня. Якщо критерій Дарбіна – Уотсона перебуває у проміжку між  $s_u$  та  $s_d$ , то неможливо ухвалити рішення щодо наявності або відсутності автокореляції. Необхідно здійснювати додаткові дослідження.

Перевірка на мультиколінеарність: визначає рівень залежності між незалежними змінними. Якщо спостерігається високий рівень залежності між змінними, то підтверджується мультиколінеарність, модель вважається недостовірною. Якщо низький рівень зв'язку між незалежними змінними, то модель є адекватною. Перевірка на мультиколінеарність здійснюється на основі коефіцієнтів парної кореляції між незалежними змінними. Вона визначається за рівнями: 0 – відсутня мультиколінеарність; 0,01–0,2 – низька; 0,201–0,4 – несуттєва; 0,401–0,6 – посередня; 0,601–0,8 – значна; 0,801–0,99 – висока; 1 – абсолютна. Коли значення коефіцієнтів парної кореляції між незалежними змінними перебувають у діапазоні від 0,601 до 1, це свідчить про мульти-

колінеарність, модель вважається неадекватною. За значення коефіцієнтів парної кореляції від 0 до 0,6 – мультиколінеарність відсутня.

Результати оцінки за  $t$ -критерієм Ст'юдента та  $F$ -критерієм Фішера представлені в табл. 3.

У результаті дослідження визначено, що розраховані критерії за моделями впливу соціально-економічних чинників на узагальнювальний показник розвитку онлайн-освіти перевищують їхні нормативні значення, що свідчить про достовірність і значущість установлених між чинниками зв'язків. Перевірка економіко-математичних моделей на гомо- або гетероскедастичність свідчить про однорідність розподілу зв'язків, оскільки розрахункове значення критерію  $\mu$  не перевищує його нормативних значень. Автокореляція залишків у розроблених економіко-математичних моделях відсутня – критерій Дарбіна – Уотсона перевищує значення 2. Мультиколінеарність між незалежними чинниками відсутня, оскільки побудовані однофакторні моделі, де застосовується один незалежний змінник. Інтерпретація отриманих результатів математичного моделювання свідчить про адекватність розроблених математичних моделей, про посередній вплив визначених чинників на узагальнювальний чинник розвитку онлайн-освіти.

**Висновки.** Отже, запропоновані рекомендації щодо розвитку онлайн-освіти завдяки зміні траєкторії соціально-економічних показників: формування сучасної демографічної політики на регіональному рівні; зниження рівня безробіття завдяки створенню нових робочих місць; проведення профорієнтаційної роботи щодо залучення здобувачів у систему онлайн-освіти; вирішення проблемних аспектів щодо фінансового забезпе-

чення онлайн-освіти; формування інформаційного та матеріального забезпечення онлайн-освіти.

У результаті дослідження запропоновано інструментарій формування кількісного підґрунтя ухвалення рішень на основі математичного моделювання. Причому особливого значення набувають соціально-економічні параметри забезпечення онлайн-освіти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Нільсен Р.К. Влада інтернет-платформ. URL: <https://ua.ejo-online.eu/4111/tsyfrovii-media/vlada-internet-platform>.
2. Биков В.Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія. Київ : Атіка, 2008. 684 с.
3. Коневщинська О.Е. Сучасні засоби інтернет доступу та освітні платформи в е-навчанні. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. № 6. С. 33–40.
4. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні, затверджена Міністерством освіти і науки України 20.12.2000 р.
5. Онлайн-освіта вже даність: як покращити якість дистанційного навчання. URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2021/02/18/243971/>.
6. Barr R.B., Tagg J. From teaching to learning: A new paradigm for undergraduate education. URL: <http://ilte.ius.edu/pdf/BarrTagg.pdf>.
7. Національна самоврядність у вищій освіті США: досвід для України / В.І. Луговий та ін. *Вища освіта України* : теоретичний та науково-методичний часопис. 2014. № 1. С. 217–225.
8. Рашкевич Ю.М. Болонський процес та нова парадигма вищої освіти : монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 168 с.
9. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>.

## SOCIO-ECONOMIC FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF ONLINE EDUCATION

### Wen Mingming

Doctor, Associate Professor

School of Management, Guangdong Ocean University, 1 Haida str., Zhanjiang, Guangdong, China, 524088, w-m-m@163.com

ORCID: 0000-0003-2485-1339

### Kostiantyn Mamonov

Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Land Administration and Geoinformation Systems

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 17 Marshala Bazhanov str., Kharkiv, Ukraine, 61002, kostia.mamonov2017@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0797-2609

### Yevgen Grytskov

Doctor of Economics, Professor of the Department of Entrepreneurship and Business Administration

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 17 Marshala Bazhanov str., Kharkiv, Ukraine, 61002, grytskov@kh.gov.ua

ORCID: 0000-0003-4766-7155

### Lyudmila Kovalenko

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Higher Mathematics

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 17 Marshala Bazhanov str., Kharkiv, Ukraine, 61002, lbkovalenkovm@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5959-9762

It has been proven that for solving complex issues, the formation of management decisions in the field of online education is of particular importance, a quantitative basis. Therefore, one of the tools for its development is mathematical modeling, which allows establishing cause-and-effect relationships between socio-economic factors and parameters of the development of online education.

The purpose of the study is to establish cause-and-effect relationships between socio-economic factors of the development of online education. Achieving the set goal is determined by the following tasks.

Proposed recommendations for the development of online education by changing the trajectory of socio-economic indicators: formation of modern demographic policy at the regional level; reduction of the unemployment rate due to the creation of new jobs; carrying out career guidance work on attracting applicants to the online education system; solving problematic aspects regarding the financial provision of online education; formation of information and material provision of online education.

As a result of the research, a toolkit for forming a quantitative basis for decision-making based on mathematical modeling is proposed. Moreover, socio-economic parameters of providing online education are of particular importance.

**Key words:** online education, educational activity, socio-economic factors, general indicator of the development of online education, mathematical modeling.

#### REFERENCES

1. Nielsen, R.K. Vlada internet-platform [Power of Internet platforms]. URL: <https://ua.ejo-online.eu/4111/tsyfrovi-media/vlada-internet-platform> [in Ukrainian].
2. Bykov, V.Yu. (2008). Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity [Models of organizational systems of open education]: monohrafiia. Kyiv : Atika. 684 p. [in Ukrainian].
3. Konevshchynska, O.Ye. (2015). Suchasni zasoby internet dostupu ta osvitni platformy v e-navchanni [Modern means of Internet access and educational platforms in e-learning]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*. № 6. P. 33–40 [in Ukrainian].
4. Kontsepsiia rozvytku dystantsiinoi osvity v Ukraini [The concept of distance education development in Ukraine] (zatverdzhena Ministerstvom osvity i nauky Ukrainy 20.12.2000 r.) [in Ukrainian].
5. Onlain-osvita vzhe danist: yak pokrashchyty yakist dystantsiinoho navchannia [Online education is already a given: how to improve the quality of distance learning]. URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2021/02/18/243971/> [in Ukrainian].
6. Barr, R.B., Tagg, J. From teaching to learning: A new paradigm for undergraduate education. URL: <http://ilte.ius.edu/pdf/BarrTagg.pdf>.
7. Luhovyy, V.I., Sliusarenko, O.M., Talanova, Zh.V. (2014). Natsionalna samovriadnist u vyshchii osviti SShA: dosvid dlia Ukrainy [National autonomy in higher education in the USA : experience for Ukraine]. *Vyshcha osvita Ukraïny: teoretychnyy ta naukovometodychnyy chasopys*. № 1. P. 217–225 [in Ukrainian].
8. Rashkevych, Yu.M. (2014). Bolonskyy protses ta nova paradyhma vyshchoi osvity [The Bologna process and the new paradigm of higher education]: monohrafiia. Lviv : Vyd-vo Lvivskoi politekhniki, 168 p. [in Ukrainian].
9. Ofitsiinyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].

*Стаття надійшла 03.04.2023*