DOI 10.31558/2307-2318.2021.3.12

УДК 330.46:378.147
JEL: C61, C63

Гевлич І.Г.
к.т.н., доцент кафедри економічної та управлінської аналітики,
Донецький національний університет імені Василя Стуса
ORCID: 0000-0003-2282-0512
i.gevlych@donnu.edu.ua

ВИКЛАДАННЯ ПРОГРАМУВАННЯ ТА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ЕКОНОМІСТІВ

Для реалізації складових цифрової економіки залучаються не тільки ІТ-спеціалісти, а й фахівці різних галузей, зокрема, економісти, що вимагає наявності у них певних знань та практичних навичок. Разом з тим наявний досвід викладання дисциплін математичного профілю у вітчизняній вищій школі не дає випускникам-економістам можливості реалізації отриманих навичок при вирішенні професійних завдань у практичній діяльності. Метою статті є ідентифікація напрямів використання програмування та чисельних методів при підготовці економістів з точки зору вирішення ними фахових завдань у майбутній професійній діяльності. У роботі доведена пріоритетність технологічного проектування та програмування (Technology design and programming) в якості soft skills фахівця 2025 року. Запропонована послідовність методики викладання чисельного моделювання. Акцентовано на необхідності розгляду численних фахових проблем, вирішення яких можливе за допомогою математичних моделей. Обґрунтована необхідність введення у програми підготовки економістів дисциплін з програмування або викладання навичок програмування сучасними мовами в межах дисциплін математичного профілю для формування у здобувачів освіти економічного напряму навичок самостійної програмної реалізації чисельного моделювання. За результатами дослідження сформовані висновки, визначені напрями подальших досліджень.

***Ключові слова:** програмування, чисельне моделювання, економіст, фахова діяльність, вища школа.*

Таб. – 1, Літ. – 10

Постановка проблеми. Термін «цифрова економіка», що введений у широкий вжиток усього чверть століття тому, є очевидним і зрозумілим сьогодні не тільки науковцям чи вузькоспеціалізованим фахівцям, а й пересічним громадянам. Не заглиблюючись у сутність дефініції, вони спостерігають, приймають та розвивають ІТ-технології у професійній діяльності та побуті. Для реалізації складових цифрової економіки (в інтерпретації Томаса Месенбурга) – підтримуючої інфраструктури, електронного бізнесу та електронної комерції [1], залучаються не тільки ІТ-спеціалісти, а й фахівці різних галузей, зокрема, економісти. Крім того, широкий загал є користувачами – споживачами електронних послуг. За експертною оцінкою PWC Україна за рівнем діджиталізації економіки відноситься до країн стадії трансформації [2], в рамках якої існуючі види діяльності перетворюються з використанням діджиталтехнологій як чинника досягнення бізнес-результатів, основи забезпечення бізнес-стратегій, підґрунтя формування бізнес-моделі [3]. Усе вищевикладене обумовлює актуальність ідентифікації напрямів застосування програмування та чисельного моделювання у фаховій діяльності. Зокрема, це важливо для підготовки конкурентоспроможних фахівців для вітчизняної диджитал-економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційно підготовка економістів за галузями 07 «Управління та адміністрування» (спеціальності 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» та інші) та 05 «Соціальні та поведінкові науки» (спеціальність 051 «Економіка») ступеню освіти «Бакалавр» передбачає вивчення на перших курсах дисциплін математичного профілю на кшталт вищої математики, теорії ймовірностей, економіко-математичних методів, економетрики, інформаційних технологій в економіці та управлінні, статистики тощо. В рамках даних освітніх компонентів, як показують результати аналізу робочих програм провідних вишів Києву, Вінниці, Харкову, Одеси розглядається реалізація чисельних методів, але виключно у класичних прикладах, зокрема, при розв’язанні диференційних рівнянь, систем нелінійних рівнянь тощо. Автори курсів, ймовірно, вважають, що оволодівши навичками використання чисельних методів у математиці, майбутні фахівці успішно застосовуватимуть їх при вирішенні професійних завдань. На жаль, на практиці такого не відбувається. Здобувачі освіти на початкових курсах навчання не уявляють напевно напрямів майбутньої фахової діяльності, тому не в змозі прикласти математичні навички до умов реальних господарських ситуацій ні в період вивчення цих дисциплін, ні пізніше. Крім того, неочевидний зв’язок академічних знань та практичних навичок застосування чисельних методів із майбутньою професійною діяльністю призводить до втрати інтересу під час вивчення зазначених дисциплін. У той же час дослідники Л.І. Новицька та К.Є. Рум’янцева наполягають на необхідності міждисциплінарної спрямованості курсу вищої математики та навіть ілюструють окремі випадки застосування математичних понять і методів при аналізі економічних явищ [4-5]. Однак, їх дослідження стосуються виключно компоненту вищої математики при тому, що чисельні методи розкриваються і в інших дисциплінах, а також не містять можливості реалізації їх на практиці через програмування. Тому доповнення вказаних досліджень стосовно викладання чисельних методів та програмування для здобувачів освіти економічного напряму є актуальним практичним завданням підготовки конкурентоспроможного вітчизняного фахівця.

Формулювання цілей статті. Метою статті є ідентифікація напрямів використання програмування та чисельних методів при підготовці економістів з точки зору вирішення ними фахових завдань у майбутній професійній діяльності.

Виклад основного матеріалу. На думку К.Є. Рум’янцевої, викладання математичних дисциплін майбутнім економістам стикається із суперечністю інноваційного змісту економічної підготовки і традиційного змісту математичної освіти [4]. Дійсно, динаміка змін в окремих галузях економіки, регіонах та світі в цілому, розвиток технологій призводять до постійного оновлення вимог ринку праці, які мають задовольняти випускники університетів для забезпечення власної конкурентоспроможності. Математика ж зазвичай характеризується традиційністю, усталеністю, незмінністю основних положень. Разом з тим слід відмітити, що серйозна математична підготовка економіста є однією з головних компетентностей, здатних сформувати сучасного високопрофесійного спеціаліста, здатного до саморозвитку та навчання протягом життя, фахівця, який відповідає викликам динамічного світу, змінює оточення і змінюється сам.

Всебічна діджиталізація створює потребу наявності навичок програмування не тільки у фахівців-програмістів, а й у широкого спектру спеціалістів, перетворюючись з hard у soft skills. Так, менеджеру великого підприємства значно легше сформувати технічне завдання ІТ-спеціалісту при автоматизації бізнес-процесів, розуміючи принципи прикладного програмування, а менеджер малого підприємства, маючи відповідні навички, здатен вирішити конкретну проблему розробки інтернет-сторінки або розширення можливостей Microsoft Excel за допомогою VBA (Visual Basic for Applications).

Експерти Всесвітнього економічного форуму у звіті «The Future of Jobs 2020» стверджують, що вже у 2025 році робота між людьми та машинами буде розподілятися 50:50, а опитування топ-менеджерів 300 міжнародних компаній із штатом близько 8 млн. осіб показало, що 43% роботодавців планує скорочення через впровадження новітніх технологій, 41% використовуватиме аутсорсинг, а 34% збільшуватимуть кількість працівників при їх інтеграції з технологіями. За даними дослідження, 85 млн. робочих місць у 26 країнах світу будуть втрачені внаслідок цифровізації, разом з тим може бути створено близько 100 млн. таких робочих місць, які передбачають одночасне залучення людей і машин [6]. Тож навички чисельного моделювання і програмування поступово перетворюватимуться з бажаних у необхідні. Близько 70% роботодавців до 2025 року запропонують штатним працівникам підвищення чи зміну кваліфікації, зокрема, у напряму діджиталізації, адже практично усі компанії до 2025 року застосовуватимуть хмарне програмування, обробку Big Data та електронну комерцію. Очікується, що у галузі цифрової інформації, у комунікаціях, фінансових, транспортних, медичних послугах буде затребуваний штучний інтелект, у видобувній галузі та металургії – обробка Big Data, у галузі державного управління – кодування та шифрування даних.

Світовий ринок праці вже з 2018 року демонструє зростання попиту на дослідників даних, аналітиків, фахівців з машинного навчання та штучного інтелекту, розробників програмного забезпечення, спеціалістів з робототехніки, фахівців з цифрової трансформації, а сьогодні до актуальних професій додалися аналітики інформаційної безпеки, фахівці з автоматизації процесів, спеціалісти з інтернет-управління приладами [7]. Тому формування навичок чисельного моделювання та програмування у здобувачів вищої освіти допоможе сформувати конкурентоспроможного фахівця сьогодення та майбутнього.

Щодо трендів світового ринку праці, цікава трансформація топ-10 soft skills, сформульованих експертами Всесвітнього економічного форуму, за останні роки, представлена у табл. 1 [6,8,9].

На перший погляд здається, що серед десяти soft skills фахівця 2025 року тільки технологічне проектування та програмування (Technology design and programming) може бути безпосередньо ідентифіковане як таке, що має відношення до ІТ-навичок, залишаючи осторонь інші дев’ять. До речі, воно займає останнє, десяте місце у рейтингу. Однак більш глибокий аналіз показує, що аналітичне мислення та інновації (Analytical thinking and innovation), активне навчання (Active learning and learning strategies), комплексне вирішення проблем (Complex problem-solving), критичне мислення та аналіз (Critical thinking and analysis), творчість, оригінальність та ініціативність (Creativity, originality, and initiative), міркування та вирішення проблем (Reasoning, problem-solving, and ideation) є soft skills, які, з одного боку, необхідні для формування навичок програмування, а з іншого, – широко застосовувані на практиці сучасними ІТ-спеціалістами.

Таблиця 1. Рейтинг soft skills майбутнього фахівця за роками

№ у рейтингу	*2015 рік*	*2020 рік*	*2025 рік*
1	Комплексне вирішення проблем (Complex problem solving)	Комплексне вирішення проблем (Complex problem solving)	Аналітичне мислення та інновації (Analytical thinking and innovation)
2	Координація з іншими (Coordinating with others)	Критичне мислення (Critical thinking)	Активне навчання (Active learning and learning strategies)
3	Управління людьми (People management)	Творчість (Creativity)	Комплексне вирішення проблем (Complex problem-solving)
4	Критичне мислення (Critical thinking)	Управління людьми (People management)	Критичне мислення та аналіз (Critical thinking and analysis)
5	Переговори (Negotiation)	Координація з іншими (Coordinating with others)	Стійкість до стресів та гнучкість (Resilience, stress tolerance, and flexibility)
6	Контроль якості (Quality control)	Емоційний інтелект (Emotional intelligence)	Творчість, оригінальність та ініціативність (Creativity, originality, and initiative)
7	Орієнтація на обслуговування (Service orientation)	Судження та прийняття рішення (Judgment and decision making)	Лідерство та соціальний вплив (Leadership and social influence)
8	Судження та прийняття рішення (Judgment and decision making)	Орієнтація на обслуговування (Service orientation)	Міркування та вирішення проблем (Reasoning, problem-solving, and ideation)
9	Активне прослуховування (Active listening)	Переговори (Negotiation)	Емоційний інтелект (Emotional intelligence)
10	Творчість (Creativity)	Когнітивна гнучкість (Cognitive flexibility)	Технологічне проектування та програмування (Technology design and programming)

Джерело: узагальнено автором за [6,8,9].

За оцінкою експертів, вже у наступному 2022 році активне навчання, творчість, оригінальність та ініціативність піднімуться у рейтингу найбільш затребуваних навичок, а обчислювальне мислення та програмування (Computational thinking and programming) вийде на перше місце [7]. Крім того, сучасна тенденція ринку праці, що набула небувалого розвитку в останні два роки, – дистанціювання робочого місця, також викликає потребу набуття ІТ-навичок, навичок чисельного моделювання та програмування.

Саме такий фахівець успішно застосовує чисельне моделювання для вирішення фахових завдань у складних умовах діяльності реального суб’єкта господарювання. Як відмічає Л.І. Новицька, сьогодні відбулася «математизація різних галузей знань», а «впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, ускладнення виробничих і технологічних процесів, необхідність аналізу й обробки великих обсягів інформації для успішного прийняття рішень та прогнозування призводять до необхідності побудови математичних моделей різної складності» [5]. Тож чисельне моделювання є необхідною практичною навичкою сучасного економіста.

Що стосується методики викладання чисельного моделювання як в рамках математичних, так і інших дисциплін, доцільно дотримуватися такої послідовності:

1) викладання основних понять, ідей, методів класичних розділів математики;
2) підбір економічного завдання для розв’язання;
3) побудова і дослідження математичної моделі;

4) програмування алгоритму чисельного моделювання;
5) здійснення розрахунків;
6) інтерпретація отриманих результатів відповідно до поставленого економічного завдання, при необхідності – їхня корекція.

Слід пам'ятати, що вітчизняна середня школа вже дає початкові навички програмування на сучасних мовах, наприклад, Python, що дозволяє під нас навчання в університетах зосередитися на розв'язанні конкретних проблем з використанням програмування та чисельного моделювання.

Важливим є пропонування здобувачам освіти розмаїття проблем, що можуть бути вирішені за допомогою певних моделей, навіть якщо саме вирішення не здійснюється в рамках аудиторних занять. Адже однією з основних причин незастосування математичних моделей у фаховій діяльності є невміння економістів ідентифікувати можливі до застосування математичні інструменти. Наприклад, при вивченні диференціального числення доцільно використання завдань на визначення лімітів: граничних витрат, прибутку, корисності, на знаходження оптимальних значень: максимальної продуктивності, прибутку, мінімальних витрат, при вивченні інтегрального числення – завдань на визначення приросту капіталу за інвестиціями, розподілу доходів, їх середніх значень тощо. Доволі цікаві приклади таких завдань пропонує А.М. Алілуйко у посібнику [10].

Наступна проблема, що з нею стикаються випускники університетів на практиці, – відсутність доступної програмної реалізації математичних моделей, побудованих для розв'язання конкретних завдань. Почасти готове програмне забезпечення є спеціалізованим, важкодоступним, платним або вимагає значних зусиль для опанування. З урахуванням вищевикладеного, а також зміни економічних завдань у відповідь на виклики ринку, навички програмування для реалізації чисельного моделювання є необхідними для висококваліфікованого сучасного фахівця. Це обумовлює потребу у введенні дисциплін з програмування або викладання навичок програмування сучасними мовами в межах дисциплін математичного профілю при підготовці економістів у вітчизняних університетах.

Висновки. За результатами дослідження можна сформувати такі висновки:

1. За думкою експертів Всесвітнього економічного форуму навички програмування є необхідними soft skills фахівця 2025 року.
2. Використання моделювання для розв'язання економічних завдань при викладанні дисциплін математичного профілю підвищує як якість засвоєння матеріалу, так і якість підготовки конкурентоспроможних фахівців.
3. Демонстрація на заняттях численних економічних завдань, що можуть бути вирішені за допомогою моделювання, допомагає у майбутній фаховій діяльності ідентифікувати математичні інструменти, доцільні для застосування.
4. Вміння програмної реалізації чисельного моделювання є необхідними практичними навичками, що мають формуватися при підготовці економістів у вітчизняних університетах.

Розгляд напрямів використання програмування для вирішення завдань оптимізації діяльності вітчизняного підприємства буде напрямом подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mesenbourg T. L. Measuring the Digital Economy. U.S. Bureau of the Census. 2001.
2. Maximizing the impact of digitization / PWC. URL: https://www.strategyand.pwc.com/m1/en/reports/maximizing-impact-digitization.html .

3. Коломієць Г. М., Глушач Ю. С. Цифрова економіка: контроверсійність змісту і впливу на господарський розвиток. *Бізнес Інформ*. 2017. № 7. С. 137–143.
4. Рум'янцева К. Є. Міждисциплінарна спрямованість курсу вищої математики в економічній освіті. *Фізико-математична освіта (ФМО).* 2017. Випуск 1(11). С. 97-100.
5. Новицька Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2019. № 5. С. 94-99.
6. The Future of Jobs Report 2020. The World Economic Forum. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf.
7. Зануда А. Ринок праці майбутнього: кого шукатимуть і звільнятимуть. URL: https://www.bbc.com/ukrainian/features-55816369.
8. World Economic Forum: the top 10 skills you'll need for the future of work. URL: https://www.coorpacademy.com/en/blog/learning-innovation-en/world-economic-forum-the-soft-skills-to-prepare-employees-for-the-future-of-work/.
9. Palmer B. What Job Skills Will You Need in 2020? URL: https://www.pcma.org/what-job-skills-will-you-need-in-2020/.
10. Алілуйко А. М. Вища математика у прикладах і задачах для економістів: Навчальний посібник. Тернопіль: ТНЕУ, 2017. 148 с.

REFERENCES

1. Mesenbourg, T.L. Measuring the Digital Economy. (2001). U.S. Bureau of the Census.
2. Maximizing the impact of digitization / PWC. Retrieved from URL: https://www.strategyand.pwc.com/m1/en/reports/maximizing-impact-digitization.html.
3. Kolomiiets, H. M., & Hlushach, Yu. S. (2017). Tsyfrova ekonomika: kontroversiinist zmistu i vplyvu na hospodarskyi rozvytok. *Biznes Inform*, 7, 137-143.
4. Rumiantseva, K. Ie. (2017). Mizhdystsyplinarna spriamovanist kursu vyshchoi matematyky v ekonomichnii osviti. *Fizyko-matematychna osvita (FMO)*, 1 (11), 97-100.
5. Novytska, L. I. (2019). Matematychne modeliuvannia v systemi ekonomichnoi osvity. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky*, 5, 94-99.
6. The Future of Jobs Report 2020. The World Economic Forum. Retrieved from URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf.
7. Zanuda, A. (2021). Rynok pratsi maibutnoho: koho shukatymut i zvilniatymut. Retrieved from URL: https://www.bbc.com/ukrainian/features-55816369.
8. World Economic Forum: the top 10 skills youll need for the future of work. Retrieved from URL: https://www.coorpacademy.com/en/blog/learning-innovation-en/world-economic-forum-the-soft-skills-to-prepare-employees-for-the-future-of-work/.
9. Palmer, B. (2018). What Job Skills Will You Need in 2020? Retrieved from URL: https://www.pcma.org/what-job-skills-will-you-need-in-2020/.
10. Aliluiko, A. M. (2017). Vyshcha matematyka u prykladakh i zadachakh dlia ekonomistiv: Navchalnyi posibnyk. Ternopil: TNEU, 148.

Гевлич И.Г.

ПРЕПОДАВАНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЭКОНОМИСТОВ

Для реализации составляющих цифровой экономики привлекаются не только IT-специалисты, но и специалисты различных отраслей, в частности, экономисты, что требует наличия у них определенных знаний и практических навыков. Вместе с тем имеющийся опыт преподавания дисциплин математического профиля в отечественной высшей школе не дает выпускникам-экономистам возможности реализации полученных навыков при решении профессиональных задач в практической деятельности. Целью статьи является идентификация направлений использования программирования и

численных методов при подготовке экономистов с точки зрения решения ими задач в будущей профессиональной деятельности. В работе доказана приоритетность технологического проектирования и программирования (Technology design and programming) в качестве soft skills специалиста 2025 года. Предложена последовательность методики преподавания численного моделирования. Акцентировано на необходимости рассмотрения многочисленных профессиональных проблем, решение которых возможно с помощью математических моделей. Обоснована необходимость введения в программы подготовки экономистов дисциплин по программированию или преподавания навыков программирования современными языками в пределах дисциплин математического профиля для формирования у студентов экономического направления навыков самостоятельной программной реализации численного моделирования. По результатам исследования сформированы выводы, определены направления дальнейших исследований.
Ключевые слова: *программирование, численное моделирование, экономист, профессиональная деятельность, высшая школа.*

I. Hevlych
TEACHING OF PROGRAMMING AND NUMERICAL MODELING IN THE TRAINING OF ECONOMISTS
To implement the components of the digital economy, not only IT specialists are involved, but also specialists in various fields, in particular, economists, which requires them to have certain knowledge and practical skills. At the same time, the existing experience of teaching mathematical disciplines in the domestic higher school does not give graduates-economists the opportunity to implement the acquired skills in solving professional problems in practice. The purpose of the article is to identify areas of programming and numerical methods in the training of economists in terms of solving their problems in future professional activities. The paper proves the priority of technological design and programming as a specialist's soft skills in 2025. The sequence of methods of teaching numerical modeling is offered. Emphasis is placed on the need to consider numerous professional problems, the solution of which is possible with the help of mathematical models. The necessity of introduction in training of economists of disciplines on programming or teaching of skills of programming in modern languages within the disciplines of a mathematical profile for formation at students of an economic direction of skills of the independent programming realization of numerical modeling is proved. Based on the results of the study, conclusions are formed, the directions of further research are determined.
Key words: *programming, numerical modeling, economist, professional activity, higher school.*