

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ФАХІВЦІВ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

Стрімкий розвиток інформаційних та цифрових технологій є однією з визначальних рис сучасного етапу розвитку цивілізації. Виявлення та обґрунтування ефективних педагогічних підходів, методів та засобів, що інтегрують цифрові технології в освітній процес, є ключовим фактором для забезпечення високої якості підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних успішно працювати та розвиватися в умовах цифрової економіки. Водночас освітні системи часто не встигають за темпами технологічного прогресу, отже існує об'єктивна потреба у модернізації підходів до підготовки фахівців з комп'ютерної інженерії, здатних ефективно розв'язувати складні професійні задачі.

У статті розглянуто сутність поняття «професійна компетентність фахівця з комп'ютерної інженерії», яка є багаторівневим і динамічним утворенням, що об'єднує не лише глибокі знання та практичні навички, але й інтелектуальні, особистісні та соціальні якості, необхідні для успішної та ефективної професійної діяльності. А також визначено та схарактеризовано педагогічні умови формування професійної компетентності фахівців з комп'ютерної інженерії засобами цифрових технологій, а саме – організаційно-методичні, дидактичні, психолого-педагогічні.

Встановлено, що для забезпечення ефективного формування професійної компетентності фахівців із комп'ютерної інженерії необхідно використання вдосконаленого навчально-методичного та технологічного забезпечення, що сприятиме набуттю глибоких знань, широкого спектру вмінь, автоматизованих навичок та важливих особистісних якостей фахівця, де цифрові технології відкривають нові можливості для модернізації освітнього процесу, забезпечуючи інтерактивність, практичну спрямованість, персоналізацію та ефективну співпрацю; а визначені педагогічні умови слугують орієнтиром при розробці та оновленні освітніх програм, виборі ефективних цифрових інструментів та методик навчання, а також при підготовці викладачів до роботи в умовах цифрової трансформації освіти.

Ключові слова: педагогічні умови, професійна компетентність, цифрові технології, фахівці комп'ютерної інженерії, цифровізація освіти.

Стрімкий розвиток інформаційних та цифрових технологій є однією з визначальних рис сучасного етапу розвитку цивілізації. Їхнє проникнення у всі сфери життєдіяльності суспільства – від промисловості та економіки до освіти, науки, медицини та повсякденного життя – відбувається експоненціальними темпами, зумовлюючи глибоку цифрову трансформацію суспільства.

В епіцентрі цих трансформацій перебуває галузь комп'ютерної інженерії, фахівці якої є рушійною силою розробки, впровадження та підтримки складних програмно-апаратних комплексів, інформаційних систем та мереж. Зростаюча складність технологій, поява нових парадигм програмування, розвиток штучного інтелекту, інтернету речей, хмаро орієнтованих обчислень, кібербезпеки та багатьох інших напрямів вимагають від сучасних інженерів не лише глибоких теоретичних знань, але й практичних навичок роботи із сучасними цифровими інструментами.

Водночас освітні системи часто не встигають за темпами технологічного прогресу. Існує об'єктивна потреба у модернізації підходів до підготовки фахівців з комп'ютерної інженерії, здатних ефективно розв'язувати складні професійні задачі. Традиційні методи навчання, орієнтовані переважно на передачу теоретичних знань, можуть виявитися недостатніми для формування у майбутніх інженерів необхідного рівня професійної компетентності, що передбачає вміння швидко адаптуватися до нових технологій, критично мислити, працювати в команді та ефективно використовувати цифрові інструменти у своїй професійній діяльності. Саме тому дослідження педагогічних умов формування професійної компетентності фахівців з комп'ютерної інженерії засобами цифрових технологій набуває особливої актуальності.

Виявлення та обґрунтування ефективних педагогічних підходів, методів та засобів, що інтегрують цифрові технології в освітній процес, є ключовим фактором для забезпечення високої якості підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних успішно працювати та розвиватися в умовах цифрової економіки.

Мета статті – визначити та схарактеризувати педагогічні умови формування професійної компетентності фахівців з комп'ютерної інженерії засобами цифрових технологій.

Наукові дослідження у сфері педагогіки приділяють значну увагу сутності та структурі професійної компетентності, розглядаючи її як інтегровану якість, що поєднує знання, вміння, навички та особистісні якості, необхідні для ефективної професійної діяльності. У контексті комп'ютерної інженерії особлива увага приділяється володінню профільними знаннями, практичними навичками програмування, роботи з апаратним забезпеченням та сучасними технологіями. Водночас значна кількість наукових праць досліджує потенціал цифрових технологій в освітньому процесі, підкреслюючи їхню роль у підвищенні інтерактивності, доступності та практичної спрямованості навчання.

Останніми роками спостерігається значний інтерес до цієї проблематики з боку науковців, зокрема питаннями професійної компетентності фахівців займалися В. Бобрицька, Е. Лузік, В. Радкевич, В. Слабко, М. Чумак та ін.; використанням засобів інформаційних та цифрових технологій в освітньому процесі – І. Гевко, О. Бордюк, М. Жалдак, В. Лапінський, Л. Макаренко, В. Синельник, І. Смирнова, О. Спірін, Ю. Шпильовий та ін.; формуванням професійної та професійно-технічної компетентності фахівців техніко-математичного спрямування – В. Бутенко, В. Губін, Ю. Жук, С. Лубенець, Н. Морзе, Є. Павленко, М. Сорокопуд, К. Стрюк, В. Франчук, Ю. Шапран, С. Яшанов та ін.

Сконцентруємо свою увагу на розгляді сутності поняття «професійна компетентність фахівця з комп'ютерної інженерії», де вона набуває специфічних рис, зумовлених динамічним характером галузі, її високою технологічністю та міждисциплінарністю. Сутність професійної компетентності фахівця з комп'ютерної інженерії полягає у його здатності: по-перше, володіти глибокими фундаментальними знаннями; по-друге, застосовувати теоретичні знання на практиці; по-третє, володіти широким спектром практичних навичок та вмінь; по-четверте, мати розвинені аналітичні та системні навички; по-п'яте, володіти комунікативними та корпоративними навичками; по-шосте, мати здатність до самоосвітньої та інноваційної діяльності; по-сьоме, дотримуватися професійної етики та відповідальності тощо.

Отже, професійна компетентність фахівця із комп'ютерної інженерії є багаторівневим і динамічним утворенням, що об'єднує не лише глибокі знання та практичні навички, але й інтелектуальні, особистісні та соціальні якості, необхідні для успішної та ефективної професійної діяльності. Саме ця інтегрована якість дає можливість інженеру ефективно виконувати професійні завдання, розв'язувати складні технічні задачі та завдання, проєктувати, розробляти, впроваджувати та підтримувати комп'ютерні системи, пристрої та програмне забезпечення відповідно до сучасних вимог та стандартів.

Загалом професійна компетентність фахівця з комп'ютерної інженерії – це не статичний набір характеристик, а динамічна сукупність знань, вмінь, навичок та особистісних якостей, що постійно розвиваються під впливом технічного прогресу та професійного досвіду. Вона є ключовим фактором конкурентоспроможності фахівця на ринку праці та його здатності робити значущий внесок у розвиток інформаційних систем і цифрових технологій.

Як вже було зазначено, стрімкий розвиток ІТ зумовлює необхідність інтеграції сучасних цифрових інструментів в освітній процес загалом та у підготовку фахівців з комп'ютерної інженерії зокрема. Виходячи із загальних потреб сучасного ринку праці та поточних тенденцій розвитку галузі, можна виділити групи цифрових технологій, які, на нашу думку, важливі для формування професійної компетентності [7–8]: віртуальні лабораторії та стимулятори (для вивчення архітектури комп'ютерів, мережевих технологій, робототехніки, електроніки, кіберфізичних систем та ін.); онлайн-платформи для навчання – *Learning Management Systems* (LMS) (для організації теоретичного навчання, надання доступу до додаткових ресурсів, проведення онлайн-тестування, забезпечення зворотного зв'язку тощо); інтерактивні навчальні матеріали – електронні підручники, інтерактивні презентації, навчальні відео, анімації, інфографіка (для вивчення теоретичного матеріалу, підготовки до практичних занять та самоосвітньої діяльності); інструменти для спільної роботи та хмарні сервіси – *Google Workspace*, *Microsoft Teams*, *GitHub*, *GitLab*, *Trello*, *Jira* (для виконання групових проєктів, розробки програмного забезпечення в команді, обміну знаннями та досвідом та ін.); системи автоматизованого тестування та оцінювання; інструменти для моделювання та проєктування – *CAD/CAM/CAE* системи, *CASE*-засоби, програмне забезпечення для моделювання мереж; ресурси з відкритим кодом та онлайн-спільноти – *GitHub*, *Stack Overflow*, тематичні форуми; технології штучного інтелекту та машинного навчання – інтелектуальні системи навчання, чат-боти, персоналізовані рекомендаційні системи; технології доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальності тощо.

Цей перелік не є вичерпним, оскільки нові цифрові технології постійно з'являються та синтезуються в освітній процес. Важливо зазначити, що ефективність цифрових технологій у формуванні професійної компетентності значною мірою залежить від методичної майстерності викладачів, які повинні вміти інтегрувати ці інструменти в освітній процес таким чином, щоб максимально розкрити їхній педагогічний потенціал.

Огляд наявних досліджень [1; 3; 6; 8] засвідчує зростаючий інтерес до використання цифрових технологій як засобу формування професійних компетентностей у різних галузях, не оминаючи і комп'ютерну інженерію [2; 4; 5]. Науковці аналізують ефективність онлайн-платформ, віртуальних лабораторій, інтерактивних навчальних матеріалів та інших цифрових інструментів для розвитку конкретних професійних знань, вмінь та навичок.

Підвищення рівня сформованості професійної компетентності фахівців з комп'ютерної інженерії засобами цифрових технологій потребує створення певних педагогічних умов, тобто сукупності обставин, факторів та вимог освітнього процесу, які забезпечують ефективне досягнення поставленої мети – високий рівень сформованості професійної компетентності майбутніх інженерів з використанням цифрових технологій.

Отже розглянемо *педагогічні умови*, які, на нашу думку, сприяють більш ефективному формуванню професійної компетентності фахівців з комп'ютерної інженерії засобами цифрових технологій, а саме:

– *організаційно-методичні* – інтеграція цифрових технологій у навчальні плани та програми навчальних дисциплін; впровадження інноваційних методик навчання (проектне, проблемне, кейс-методи та ін.); створення сприятливого цифрового освітнього середовища; забезпечення методичної підтримки викладачів; розробка адекватних інструментів оцінювання; організація гнучких форм навчання;

– *дидактичні* – використання різноманітних інтерактивних цифрових навчальних матеріалів; моделювання професійних ситуацій за допомогою цифрових інструментів; забезпечення оперативного зворотного зв'язку; розвиток цифрової грамотності та інформаційної культури; заохочення до самоосвітньої навчально-пізнавальної діяльності; індивідуалізація та диференціація навчання;

– *психолого-педагогічні* – створення позитивної мотивації; розвиток самостійності та відповідальності; формування навичок співпраці в цифровому середовищі; забезпечення емоційного комфорту; сприяння пізнавальній активності та дослідницьким навичкам; підвищення цифрової компетентності викладачів у педагогічному аспекті тощо.

Реалізація цих педагогічних умов у комплексі сприятиме ефективному формуванню професійної компетентності майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії засобами цифрових технологій та забезпечить їхню готовність до успішної професійної діяльності в умовах цифрової економіки.

Отже, в процесі теоретичного аналізу встановлено, що для забезпечення ефективного формування професійної компетентності фахівців із комп'ютерної інженерії необхідно використання інноваційного навчально-методичного та інформаційно-технологічного забезпечення, що сприятиме набуттю глибоких знань, широкого спектру вмінь, автоматизованих навичок та важливих особистісних якостей фахівця, де цифрові технології відкривають нові можливості для модернізації освітнього процесу, забезпечуючи інтерактивність, практичну спрямованість, персоналізацію та ефективну співпрацю; а визначені педагогічні умови слугують орієнтиром при розробці та оновленні освітніх програм, виборі ефективних цифрових інструментів та методик навчання, а також при підготовці викладачів до роботи в умовах цифрової трансформації освіти.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у більш глибокому вивченні впливу конкретних цифрових технологій на формування окремих компонентів професійної компетентності, розробці моделей інтеграції штучного інтелекту в освітній процес, дослідженні питань кібербезпеки в цифровому освітньому середовищі та вивченні досвіду міжнародних закладів освіти у сфері застосування цифрових технологій для підготовки фахівців з комп'ютерної інженерії.

Використана література:

1. Гевко І. В., Макаренко Л. Л., Сенківська Л. І., Шпильовий Ю. В. Механізми вдосконалення професійної підготовки здобувачів освіти засобами цифрових технологій *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи* : збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. Випуск 86. Київ : Видавничий дім «Гільветика», 2022. 244 с.
2. Дослідження методів класифікації типів даних при розробці програмного забезпечення комп'ютерної інженерії/ Є. П. Павленко, В. М. Бутенко, В. О. Губін, С. В. Лубенець. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. 2021. № 1. С. 80–85.
3. Макаренко Л. Л., Шпильовий Ю. В. Особливості застосування технологій комп'ютерного моделювання при вивченні дисциплін інформатичного циклу майбутніми педагогами професійного навчання. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи* : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. Вип. 75. Київ : Вид-во «Гельветика», 2020. С. 125–131.
4. Сорокопуд М. А. Підготовка бакалаврів з комп'ютерної інженерії у галузевих стандартах вищої освіти України. *Педагогіка вищої та середньої школи*. 2015. Вип. 46. С. 213–218.
5. Стрюк К. М. Шляхи формування професійної компетентності майбутніх молодших спеціалістів із комп'ютерної інженерії. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2018. Вип. 63. С. 173–177.
6. Синельник І. В., Синельник О. В. Інформаційно-комунікаційні технології навчання фізики майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії в умовах віддаленого навчання. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2023. № 81. С. 104–113.
7. Anderson L. W., & Krathwohl D. R. (Eds.). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York : Longman, 2001.
8. Original citation: Sharples M., de Roock R., Ferguson R., Gaved M., Herodotou C., Koh E., Kukulska-Hulme A., Looi C-K., McAndrew P., Rienties B., Weller M., & Wong L. H. (2016). *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5*. Milton Keynes: The Open University. URL : <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>.

References:

1. Hevko I. V., Makarenko L. L., Senkivska L. I., Shpylovyi Yu. V. (2022) Mekhanizmy vdoskonalennia profesiinoi pidhotovky zdobuvachiv osvity zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [Mechanisms for improving the professional training of education seekers using digital technologies] *Naukovyi chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriiia 5 Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy. Zbirnyk naukovykh prats / M-vo osvity i nauky Ukrainy, Nats. ped. un-t imeni M. P. Drahomanova. Vypusk 86. Kyiv : Vydavnychiy dim «Hilvetyka», 244 s.* [in Ukrainian]

2. Pavlenko Ye. P., Butenko V. M., Hubin V. O., Lubenets S. V. (2021). Doslidzhennia metodiv klasyfikatsii typiv danykh pry rozrobtsi prohramnoho zabezpechennia kompiuternoi inzhenerii [Research on data type classification methods in computer engineering software development] Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriya : Systemnyi analiz, upravlinnia ta informatsiini tekhnolohii.. № 1. S. 80–85. [in Ukrainian]
3. Makarenko L. L., Shpylovyi Yu. V. (2020) Osoblyvosti zastosuvannia tekhnolohii kompiuternoho modeliuvannia pry vyvchenni dystsyplyn informatychnoho tsykladu maibutnimy pedahohamy profesiinoho navchannia [Peculiarities of the application of computer modeling technologies in the study of computer science disciplines by future teachers of vocational training]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova Seriya 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy* : zb. nauk. prats / M-vo osvity i nauky Ukrainy, Nats. ped. un-t imeni M. P. Drahomanova. Vyp. 75. Kyiv : Vyd-vo «Helvetyka».S. 125–131. [in Ukrainian]
4. Sorokopud M. A. (2015) Pidhotovka bakalavriv z kompiuternoi inzhenerii u haluzevykh standartakh vyshchoi osvity Ukrainy [Training of bachelors in computer engineering in accordance with industry standards of higher education in Ukraine]. *Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly*. Vyp. 46. S. 213–218. [in Ukrainian]
5. Striuk K. M. (2018) Shliakhy formuvannia profesiinnoi kompetentnosti maibutnikh molodshykh spetsialistiv iz kompiuternoi inzhenerii [Ways to form professional competence of future junior computer engineering specialists]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 5 : Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy*. Vyp. 63. S. 173–177. [in Ukrainian]
6. Synelnyk I. V., Synelnyk O. V. (2023) Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii navchannia fizyky maibutnikh fakhivtsiv z kompiuternoi inzhenerii v umovakh viddalenooho navchannia [Information and communication technologies for teaching physics to future computer engineering specialists in distance learning]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*. № 81. S. 104–113. [in Ukrainian]
7. Anderson L. W., & Krathwohl D. R. (Eds.). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York : Longman, 2001.
8. Original citation: Sharples M., de Roock R., Ferguson R., Gaved M., Herodotou C., Koh E., Kukulska-Hulme A., Looi C-K., McAndrew P., Rienties B., Weller M., & Wong L. H. (2016). *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5*. Milton Keynes: The Open University. URL : <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>.

Makarenko L., Shpylovyi Yu. Pedagogical conditions for forming professional competence of computer engineering specialists in the conditions of digitalization of education

The rapid development of information and digital technologies is one of the defining features of the modern stage of civilization development. Identification and justification of effective pedagogical approaches, methods and tools that integrate digital technologies into the educational process is a key factor in ensuring high-quality training of competitive specialists who are able to successfully work and develop in the digital economy. At the same time, educational systems often fail to keep up with the pace of technological progress, so there is an objective need to modernize approaches to training computer engineering specialists who are able to effectively solve complex professional problems.

The article examines the essence of the concept of «professional competence of a computer engineering specialist», which is a multi-level and dynamic formation that combines not only deep knowledge and practical skills, but also intellectual, personal and social qualities necessary for successful and effective professional activity. The pedagogical conditions for the formation of professional competence of computer engineering specialists by means of digital technologies are also identified and characterized, namely – organizational and methodological, didactic, psychological and pedagogical.

It has been established that to ensure the effective formation of professional competence of computer engineering specialists, it is necessary to use improved educational, methodological and technological support, which will contribute to the acquisition of deep knowledge, a wide range of skills, automated skills and important personal qualities of a specialist, where digital technologies open up new opportunities for the modernization of the educational process, ensuring interactivity, practical orientation, personalization and effective cooperation; and the specified pedagogical conditions serve as a guide in the development and updating of educational programs, the selection of effective digital tools and teaching methods, as well as in the preparation of teachers for work in the conditions of digital transformation of education.

Key words: *pedagogical conditions, professional competence, digital technologies, computer engineering specialists, digitalization of education.*