

Дослідження ефективності методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій під час навчання фізики і технічних дисциплін

О. М. Трифонова

Центральноукраїнський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка, м. Кропивницький, Україна
Corresponding author. E-mail: olenatrifonova82@gmail.com, orcid.org: 0000-0002-6146-9844

Paper received 21.11.19; Accepted for publication 03.12.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-HS2019-213VII35-13>

Анотація. В статті розглянуто результати впровадження та ефективності застосування методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій під час навчання фізики і технічних дисциплін. Виділено три етапи проведення педагогічного експерименту та визначений їх методичний зміст. Обрано критерії, що відповідають рівню сформованості інформаційно-цифрової компетентності студентів, визначили їх під час навчання фізики і технічних дисциплін.

Ключові слова: інформаційно-цифрова компетентність, методична система, навчання фізики, навчання технічних дисциплін, цифровізація, педагогічний експеримент.

Вступ. Нами встановлено [3; 4; 5], що вимогою часу є розвиток інформаційно-цифрової компетентності (ІЦК) у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій (КТ) під час навчання фізики і технічних дисциплін (ФТД). Дана потреба пов'язана з тенденціями цифрової трансформації всіх галузей життя людей. У зв'язку з цим окреслені проблеми торкнулися і галузі освіти, яка порівняно з іншими сферами народного господарства повинна носити прогресивний розвивальний характер.

Огляд публікацій за темою. Проблемаю фахової підготовки майбутніх інженерів-педагогів займалися В.В. Ткачук, Н.О. Брюханова, Є.В. Громов, Е.Ф. Зеєр, О.С. Коваленко, Л.П. Нечуйвітер, Г.І. Сажко, А.П. Тарасюк, Т.В. Ящун, проте цифрова трансформація мало розглянута.

Питанню, що пов'язане з окресленням і тлумаченням понять інформаційної, інформативної, інформаційно-комунікаційної, цифрової та ІЦК, присвятили дослідження В.Ю. Биков, М.І. Жалдак, Н.В. Морзе, В. Мидоро, О.В. Овчарук, В.М. Ракута, С.О. Семеріков, О.М. Спірін, Л.І. Тимчук, Ю.В. Триус та ін. (інформаційно-комунікаційна компетентність); М.С. Головань, С.Г. Литвинова, Ю.С. Рамський (інформатична та інформаційно-комунікаційна); В.Ю. Биков, І.О. Мороз, М.І. Садовий, Н.В. Сороко та ін. (інформаційно-цифрова); І.В. Іванюк, О.С. Кравчина, І.Д. Малицька, О.В. Овчарук, (цифрова); К.В. Власенко, І.В. Сітак, О.О. Чумак (інформатична); А.М. Гуржій, В.В. Лапінський (інформаційно-технологічна компетентність); С.С. Зелінський (інформативна); С.М. Амеліна, Р.О. Тарасенко (інформаційна) [3; 4; 5]. Високо оцінюючи їхні результати варто зауважити, що розвитку ІЦК у майбутніх фахівців КТ під час ФТД належної уваги приділено не було.

Метою цієї статті є розгляд результатів впровадження та ефективності застосування методичної системи [4] розвитку ІЦК у майбутніх фахівців КТ під час ФТД.

Матеріали та методи. Педагогічний експеримент ми розглядаємо як обґрунтування ефективності розвитку ІЦК та професійної спрямованості навчання ФТД майбутніх фахівців КТ в експериментальній методичній системі. Здійснювався аналіз філософської, психолого-педагогічної, методичної літератури з проблеми

дослідження. Узагальнено передовий педагогічний досвід відповідних кафедр ряду закладів вищої освіти (ЗВО): Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова, Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, Житомирського державного університету імені Івана Франка, Української інженерно-педагогічної академії, Національного університету «Львівська політехніка» та ін., під час якого з'ясувався рівень ІЦК студентів КТ. Розроблено посібники для організації навчання.

Педагогічний експеримент складався з трьох етапів. *Перший* етап (2012–2014 рр.) – констатувальний експеримент, мета: вивчення рівня сформованості показників компонентів (табл. 1) ІЦК майбутніх фахівців КТ у ході навчання ФТД за традиційною методикою, стан дослідження проблеми у науковій літературі. *Другий* етап (2014–2016 рр.) – пошуковий експеримент, мета: розроблення й вибіркова апробація методичної системи розвитку ІЦК студентів КТ у ЗВО під час навчання ФТД як відкритої динамічної системи навчання майбутніх педагогів-інженерів; визначення критеріїв для експертної оцінки сформованої моделі формування ІЦК майбутніх фахівців КТ. *Заключний* етап педагогічного експерименту проводився впродовж 2018–2019 років у експериментальному режимі здійснювалася перевірка ефективності методичної системи [4] розвитку ІЦК навчання ФТД, визначалися її недоліки та переваги, концепція дослідження.

Під час проведення педагогічного експерименту використовувалися наступні методи дослідницької роботи: розроблялися контрольні роботи, комп'ютерно-орієнтовані тести та апробувалися з метою їх корегування; проводилися педагогічні спостереження за окресленою нами методикою у формі акту спостереження; проводилися бесіди зі студентами, викладачами на предмет виявлення форм і способів виявлення цифрової грамотності учасників педагогічного експерименту; здійснювалися анкетування студентів: бакалаврів та магістрів; розроблялася методика моніторингового діагностування розвитку ІЦК у студентів спеціальності «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»; окреслювалася методика статистичної обробки результатів кожного етапу педагогічного дослідження; розробля-

лися показники початкового, середнього, достатнього та високого рівня компетентності майбутнього фахівця КТ за чотирма компонентами.

В статті проводився аналіз результатів опитувань студентів; здійснювалося статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту (методи математичної статистики).

Результати дослідження та їх обговорення. На основі аналізу освітніх програм із навчальних дисциплін: фізика, технічні дисципліни, робототехніка, мехатроні-

ка, синергетика в освіті, сучасна наукова картина світу та визначених критеріїв компонентів, показників і рівнів виділено 157 наскрізних фундаментальних понять з розвитку ІЦК, які класифіковані за вказаними 4 компонентами і рівнями (табл. 1). Вичлененні показники знань були підставою для підготовки засобів діагностики. При цьому допускалося до 15 показників знань та зв'язків між ними. До констатувального експерименту було залучено 378 студентів (майбутніх фахівців КТ), 18 викладачів ЗВО.

Таблиця 1. Кількісний склад показників

Показники	Рівні				Заг. к-ть	Всього показників
	Початковий	Середній	Достатній	Високий		
Емоційно-оціночний	12	10	9	7	38	14364
Когнітивно-діяльнісний	13	10	9	7	39	14742
Процесуально-мотиваційний	10	10	14	7	41	15498
Інноваційно-рефлексивний	12	9	9	9	39	14742
Разом	47	39	41	30	157	59346

Дослідження якості компетентності виконувалося на основі аналізу комп'ютерних тестових завдань, усних і письмових відповідей студентів, бесід з учасниками моніторингу. Якість засвоєння кожного показника оцінювалася кількісно коефіцієнтом K_3 ($K_3 = n/N$, n – кількість засвоєних студентом показників, N – загальна їх кількість по кожному компоненту). Поелементний аналіз показників та їхньої структури дозволив з'ясувати часові досягнення студентів і планувати подальшу експериментальну роботу й коригування.

Ймовірність достовірності результатів констатувального експерименту з'ясовувалася з використанням критерія Стьюдента. Кількість студентів для експериментальної роботи при похибці 5 % обраховувалася за законом достатньо великих чисел [1]: $n = t^2 pq / \varepsilon^2$, де n – об'єм вибірки, t – коефіцієнт Стьюдента, p – ймовірність правильних відповідей, q – ймовірність неправильних відповідей, ε – гранична помилка. Так як ми обрали граничну похибку $\varepsilon = 0,05$, то ймовірність

такого результату складає $P_t = 0,95$, а коефіцієнт Стьюдента $t = 1,96$. Розрахунки показали, що за умови коли $p = q = 0,5$ достовірний результат буде в околі 380 студентів.

Враховуючи, що у констатувальному експерименті брали участь 378 студентів, визначено загальну кількість показників для кожного рівня досягнення результатів навчання та всього показників (табл. 1). Діагностику констатувального етапу педагогічного експерименту використано на макрорівні для розроблення інноваційного способу дослідження рівня підготовки студентів із цифрової технології в ході навчання ФТД. У ході безперервного проведення спостережень з'ясовувався стан і тенденції змін у якості знань, умінь і навичок, оцінці знань, виявлення цифрової грамотності, прогнозування їх розвитку. Узагальнені результати вимірювання рівнів засвоєння основних видів діяльності студентів за визначеним коефіцієнтом засвоєння показників і компонентів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Узагальнені результати констатувального експерименту

Компоненти	Початковий	Середній	Достатній	Високий	Підсумковий
Процесуально-мотиваційний	32,48	35,18	22,71	7,56	26,87
Когнітивно-діяльнісний	37,6	36,6	26,72	7,3	29,39
Емоційно-оціночний	37,5	25,8	19,46	10,13	24,8
Інноваційно-рефлексивний	30,4	35,74	25,89	8,35	25,52
Всього	35,85	33,37	23,56	8,32	26,39

У ході констатувального дослідження встановлено, що із 157 показників компетентності майбутнього фахівця КТ (табл. 2), лише третина має коефіцієнт засвоєння в межах 50–60 %, що свідчить про загальну тенденцію низького інтересу студентів до інновацій, зокрема проблеми оцифрування освітнього процесу. Результати даного етапу експерименту показують, що в цілому 60–70 % студентів засвоїли на рівні 40–50 % показники початкового та середнього рівнів і є резерви для покращення достатнього та високого рівня знань. Підтверджено необхідність створення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців КТ у ЗВО на інноваційних засадах.

На заключному етапі педагогічного експерименту до експериментальних груп ($n_e = 382$) (ЕГ) входило 382 студенти, в контрольних групах ($n_k = 378$) (КГ)

було 378 студентів. Студенти груп підбиралися за принципом мінімальної відмінності, де різниця в успішності була мало значимою.

Статистичний аналіз здійснено за методикою П. М. Воловика, М. І. Грабар, К. О. Краснянської, С. І. Тищенко [1; 2].

Різниця навчання полягала в тому, що в ЕГ воно здійснювалося з використанням розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК [4]. Загальна кількість студентів, які брали участь у всіх етапах експерименту складала 1138 осіб, що забезпечує отримання статистично вірогідних результатів.

Для визначення рівнів підготовленості студентів груп, які були підібрані в якості ЕГ і КГ ми скористалися методом нульових гіпотез, згідно якого між групами не повинно існувати ніякого зв'язку та залежності.

ті, що означає: між сукупностями X і Y статистично немає відмінностей варіацій.

До проведення експериментального навчання в ЕГ і КГ визначено рівні підготовленості студентів до вико-

нання поставлених завдань для кожного компонента за відповідними рівнем: початковий, середній, достатній, високий (табл. 3).

Таблиця 3. Таблиця рівнів підготовленості студентів КГ та ЕГ за компонентами ІЦК в цифровому середовищі

Компоненти	$Q_{еп}$	$Q_{кп}$	$Q_{ес}$	$Q_{кс}$	$Q_{ед}$	$Q_{кд}$	$Q_{ев}$	$Q_{кв}$
Процесуально-мотиваційний	75	77	176	178	97	94	34	29
Когнітивно-діяльнісний	78	73	97	93	183	184	24	28
Емоційно-оціночний	88	86	148	139	124	126	22	27
Інноваційно-рефлексивний	60	61	207	199	81	79	34	39

Q – число показників вибірок для КГ та ЕГ, p_{mei} – ймовірність, що студенти ЕГ за мотиваційним компонентом набрали i балів, p_{mki} – ймовірність, що студенти КГ набрали i балів. Для перевірки нульової гіпотези скористаємося даними таблиці 2.

Згідно таблиць для визначення критичних точок розподілу для рівня значимості $\alpha = 0,05$ і числа ступенів вільності $\nu = c-1 = 3$ критичне значення складає $T_{крит.} = 7,815$. Так як $T_{експер.мот.} \ll T_{крит.}$ ($0,4605 \ll 7,815$), то за правилами прийняття рішень достовірною для процесуально-мотиваційної компоненти є нульова гіпотеза. Альтернативна відпадає.

Аналогічні обрахунки для когнітивно-діялісного, емоційно-оціночного, інноваційно-рефлексивного компонентів відповідно складають $T_{експер.ког.} \ll T_{крит.}$ ($0,534 \ll 7,815$), $T_{експер.ем.} \ll T_{крит.}$ ($0,815 \ll 7,815$), $T_{експер.інов.} \ll T_{крит.}$ ($0,516 \ll 7,815$). Отже, підібрані групи студентів відповідають вимогам, що ставляться перед педагогічним експериментом [2] і можуть бути залучені до учас-

ті у педагогічному дослідженні. У такий спосіб було підібрано ЕГ і КГ.

Ефективність розробленої методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців КТ у навчанні ФТД визначалася за показниками-критеріями компонентів і коефіцієнтом засвоєння.

Ми узагальнили результати педагогічного експерименту для КГ та ЕГ по кожному компоненту та початковому, середньому, достатньому та високому рівню (табл. 4). Крім цього визначили підсумковий рівень та «приріст» засвоєння показників для кожного компоненту і за результатами дослідження в цілому. З'ясовано, що результати констатувального та контрольного експерименту за всіма показниками відповідних компонентів мають практично однакові значення хоч проведені в інший час та із іншими студентами. Це свідчить про стабільну суму знань, умінь і навичок з ІЦК студентів різних років навчання за традиційної методики.

Таблиця 4. Узагальнені результати педагогічного експерименту

Компоненти	Групи	Поч., K_3	Сер., K_3	Дост., K_3	Вис., K_3	Підсумковий, K_3	ΔK_3
Процесуально-мотиваційний	Контр.	32,17	33,28	30,02	9,11	28,99	28,81
	Експер.	69,37	70,42	58,00	23,82	57,80	
Когнітивно-діялісний	Контр.	33,44	37,75	28,01	7,44	28,63	31,44
	Експер.	65,51	69,14	71,58	26,07	60,76	
Емоційно-оціночний	Контр.	36,02	20,29	21,02	10,24	25,69	24,31
	Експер.	60,89	55,73	47,27	27,06	50,00	
Інноваційно-рефлексивний	Контр.	30,40	35,45	33,74	11,46	29,32	22,95
	Експер.	57,92	68,18	57,65	23,44	52,27	
Всього	Контр.	33,66	36,24	28,75	9,69	28,18	27,14
	Експер.	63,21	65,76	58,55	24,99	55,32	

Висновки формувалися на основі аналізу, синтезу, узагальнень змістових і кількісних характеристик показників з кожного компонента з використанням статистичних методів за загально визначеними в педагогічних дослідженнях критеріями, що характеризують вплив розробленої методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців КТ та реалізації нового бачення дидактичних принципів науковості, наочності й доступності. Система опрацювання результатів педагогічного експерименту включала структуру компонентів (табл. 4) та ряду статистичних критеріїв:

– рівень компетентності в структурі компонентів визначався частотою студентів h , які володіють сучасними знаннями з оцифрування курсів ФТД, застосування набутих умінь в експериментальному відтворенні (B – кількість студентів, які успішно засвоїли навчальний матеріал), від загальної кількості учасників експерименту (N) [1, с. 50]: $h = (B / N) \cdot 100\%$;

– абсолютний коефіцієнт засвоєння K_{ya} – відношення суми частот одержання позитивних оцінок до суми

частот отримання можливих оцінок у чотирибальній шкалі конкретної статистичної вибірки [1, с. 50–52] у навчанні ФТД;

– коефіцієнт якості успішності C [1, с. 60–69, 118–120]: визначається відношенням сума частот одержання оцінок «4» і «5» до суми частот всіх отриманих оцінок;

– коефіцієнт повноти знань теоретичних основ курсів ФТД із розвитку ІЦК \bar{K} , що визначається з формули [1, с. 122–133]: $\bar{K} = \left(\sum_{i=2}^N n_i \right) / (n \cdot N)$, де $\sum_{i=2}^N n$ –

кількість елементів основних понять, якими засвоїли всі студенти; n – всього елементів знань, N – кількість студентів, які брали участь в експерименті.

Узагальнені результати педагогічного експерименту приведені у таблиці 5.

Таблиця 5. Узагальнені результати педагогічного експерименту

Етап дослідження/ назва групи		<i>h</i> , 100%	<i>B</i>	<i>K_{за}</i>	<i>C</i>	\bar{K}
Констатуючий експеримент		16,22	74	0,28	0,13	0,32
		33,43	132			
		31,00	121			
		9,64	47			
Формуючий експеримент	Контрольні групи	21,16	96	0,27	0,12	0,34
		34,27	181			
		25,41	148			
		12,44	39			
	Експериментальні групи	26,15	107	0,21	0,21	0,89
		53,96	227			
		28,32	90			
		1,48	8			

З аналізу приведеної таблиці 5 випливає, що коефіцієнт засвоєння знань майбутніх фахівців КТ в ЕГ має стійку тенденцію до стабільного засвоєння на високому рівні фундаментальних наскрізних понять ФТД засобами оцифрування. Закономірним є, що із збільшенням складності завдань зменшується коефіцієнт засвоєння знань. У КГ коефіцієнт засвоєння нижчий за результати ЕГ. Частина студентів не опанувала принци-

пами оцифрування, що пояснюється недостатньою їх підготовкою з ФТД. Різниця коефіцієнтів засвоєння показників ЕГ і КГ складає 27,14 % (табл. 6).

Різниця в якості вивчення показників та їх співвідношення у КГ та ЕГ є суттєвою на рівні достовірності 99,7 %, так як критерій Стьюдента [1, с. 125–128] має значення 7,894. Основні характеристики статистичних відхилень представлені в табл. 6

Таблиця 6. Підсумкові результати педагогічного експерименту

Групи	<i>n</i>	<i>N₀</i>	<i>N</i>	<i>K_з</i> , %	<i>E</i>	<i>D</i>	σ	<i>M</i>
Контрольні	378	59346	16726	28,18	118,6	2389,1	44,3	59,7
Експериментальні	382	59974	33179	55,32	285,3	1106,7	36,2	36,8

Висновки. Таким чином, приведені кількісні та якісні показники розвитку ІЦК у майбутніх фахівців КТ, внесені нововведення у теорію та практику педагогіки, методології та методику навчання ФТД, оцифрування навчання ФТД показав ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК в ході вивчення ФТД, робототехніки, мехатроніки. синергетики в освіті, сучасної наукової картини світу. Характерний кое-

фіцієнт засвоєння знань суб'єктами педагогічного експерименту в ЕГ майже у двічі відрізняється від коефіцієнта відповідного засвоєння в констатувальному експерименті. Упровадження цифровізації у структуру, зміст та методику навчання ФТД забезпечили практичне запровадження в освітній процес інноваційного підходу, чим у двічі покращилась відповідна компетентність майбутніх фахівців КТ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Воловик П.М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці. К.: Радянська школа, 1969. 223 с.
2. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях, непараметрические методы. Москва: Педагогика, 1977. 136 с.
3. Трифонова О.М. Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід//Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, 2018. Вип. 173, ч. II. С. 221–225.
4. Трифонова О.М. Теоретичні та педагогічні аспекти методи-

- чної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій//Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців, 2019. С. 234–238.
5. Sadovyi Mykola. Digitization of the experiment in natural sciences as a means of information and digital competence formation of specialists in professional education//Modern Technologies in the Education System: monograph. Katowice: Katowice School of Technology, 2019. P. 203–210.

REFERENCES

1. Volovyk P.M. Probability theory and mathematical statistics in pedagogy. Kyiv: Radyans'ka shkola, 1969. 223 p.
2. Grabar' M.I., Krasnyanskaya K.A. The use of mathematical statistics in pedagogical research, nonparametric methods. Moskva: Pedagogika, 1977. 136 p.
3. Tryfonova O.M. Digital competence: foreign and domestic experience//Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky,

2018. Vyp. 173, ch. II. P. 221–225.
4. Tryfonova O.M. Theoretical and pedagogical aspects of the methodological system of development of information and digital competence of future specialists in computer technologies//Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi ta innovatsiyni metodyky navchannya v pidhotovtsi fakhivtsiv, 2019. P. 234–238.

Investigation of the effectiveness of the methodical system for the development of information and digital competence of future computer scientists in the study of physics and technical disciplines

O. M. Tryfonova

Abstract. The article deals with the results of implementation and effectiveness of the application of methodical system of development of information and digital competence in the future specialists of computer technologies in the study of physics and technical disciplines. We identified three stages of conducting a pedagogical experiment and determined their methodical content. We have chosen the criteria. These criteria correspond to the level of students' information and digital competence. We have defined these criteria in teaching physics and technical disciplines.

Keywords: information-digital competence, methodical system, teaching of physics, teaching of technical disciplines, digitization, pedagogical experiment.