



УДК 655(0.034)

DOI: 10.20535/2077-7264.3(85).2024.312833

© А. С. Гордєєв, д-р техн. наук, проф.,
Харківський національний економічний університет
ім. Семена Кузнеця, В. П. Ткаченко, канд. техн. наук, проф.,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УСПІШНІСТЬ СТУДЕНТІВ ТА ЇХ ЗАЛУЧЕННЯ ДО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Мета роботи полягає в дослідженні дисперсійної залежності між компонентами інформаційно-комунікаційних технологій та успішністю студентів університетів. Для вирішення поставленого завдання використано багатофакторний дисперсійний аналіз для вивчення кореляції між освітніми ресурсами ІКТ та академічною успішністю, а також побудовано регресійну модель.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології; мультимедійні продукти; якість навчання; дисперсійний аналіз; регресія.

Постановка проблеми

Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій заклад міцну основу для поширення знань і нині є основною рушійною силою реформ освіти. Впровадження нових інструментів навчання з використанням мультимедійних технологій, таких як мобільні пристрої, смарт-дошки, планшети, ноутбуки, симуляції, динамічні візуалізації та віртуальні лабораторії змінило освіту в школах та університетах.

Компанії, що займаються освітніми технологіями, постійно намагаються створювати нові продукти, що розширюють доступ до освіти для людей, які раніше не мали доступу до якісної освіти. Багато викладачів і студентів

використовують соціальні мережі як невід'ємний елемент електронного навчання. Крім можливості передавати інформацію в будь-який час і в будь-якому місці, соціальні мережі також є фантастичним джерелом створення мережевих можливостей для організації соціальної діяльності та, можливо, створення нових робочих місць [1, 2].

Традиційні технології навчання не забезпечують в повній мірі розвиток необхідних компетентностей та не сприяють створенню сприятливого середовища залучення учнів до навчального процесу. Цифрові інструменти навчання заповнюють цю прогалину. Деякі з показників ефективності,



які забезпечують такі технології, просто не мають рівних серед традиційних методів навчання. Оскільки смартфони та інші бездротові пристрої стають популярними серед широкого загалу, має сенс, щоб навчальні заклади більш ефективно використовували їх.

Справді, адаптивність та ненав'язливий характер сучасних технологій роблять навчання більш привабливим для молодого покоління. Пандемія COVID-19, локдаун та карантин — три поняття, які нещодавно увійшли до нашого лексикону. У цій кризі міжособистісних взаємодій цифрові технології принаймні підтримують освітню систему на плаву.

Інтеграції інформаційних технологій у освітній процес сприяє розвиток мультимедійних освітніх ресурсів. Вони створюють захоплююче середовище навчання, дозволяють більш глибоко та різнобічно вивчати різні дисципліни. Навчання стає більш динамічним та захоплюючим. З'являється можливість організації групових завдань та вербального спілкування [3–6].

Використання комп'ютерів та мобільних пристроїв у поєднанні з цифровими інструментами дозволяє учням відігравати активнішу роль і бути в центрі процесу навчання [7, 8]. Викладач стає провідником у цьому процесі та може керувати ефективністю процесу навчання. Використовуючи багато цифрових ресурсів, учні можуть завантажувати необхідну інформацію або викладати свій контент. Технології Web 2.0 (вікі, подкасти, блоги тощо) допомагають учням створювати контент, співпрацювати з іншими, оці-

нювати роботу один одного і переходити до спільного навчання. Навчальні технології розвиваються як дидактичний інструмент, який змішує кілька методів та дозволяє створювати індивідуальні траєкторії навчання [9–11].

Впровадження мультимедійних технологій у навчальний процес має безліч переваг, проте воно також стикається з низкою проблем, які можуть сповільнити або ускладнити цей процес. Це недостатня матеріально-технічна база навчальних закладів, викладачі можуть не мати достатніх знань та навичок роботи з мультимедійними технологіями, що знижує їх ефективність у використанні таких засобів. Використання мультимедійних технологій потребує значних вкладень. Це може включати не лише покупку обладнання, а й ліцензійне програмне забезпечення, навчання персоналу та технічну підтримку. Можуть виникнути також проблеми адаптації навчальних програм під нові технології. Не завжди легко вбудувати мультимедійні ресурси в існуючу навчальну структуру, не змінюючи фундаментальних підходів до навчання.

Постановку проблеми можна висловити так: якою мірою проявляється дисперсія між освітніми ресурсами ІКТ та академічною успішністю учнів? Для вирішення поставленої проблеми в цьому дослідженні використано багатофакторний дисперсійний аналіз для вивчення кореляції між освітніми ресурсами ІКТ та академічною успішністю, а також побудовано регресійну модель цього зв'язку.



Аналіз попередніх досліджень

Швидкий розвиток інформаційних технологій сприяв появі нового покоління людей з унікальними способами отримання, обробки та обміну інформацією [12]. Застосування таких технологій в освіті призводить до глибоких змін як у традиційній освітній філософії, так і в практичних підходах до викладання та навчання. Щоб задовольнити нові вимоги до підготовки фахівців в інформаційну епоху, багато країн розробили плани, що наголошують на важливості діджиталізації освіти для національного та регіонального розвитку.

За даними Управління освітніх технологій США [13], технологічна інфраструктура має важливе значення для успішності учнів, оскільки вона пропонує унікальні можливості для ефективного проектування, створення та дослідження і підтримує нові типи взаємодії. У зв'язку з цим реалізація Національного плану освітніх технологій (NETP) продовжується вже понад 10 років. Проте уряд визнав, що доступність цифрових пристроїв, як і раніше, залишається основною перешкодою для багатьох шкіл, особливо в сільській місцевості.

Європейські країни також розглянули важливість покращення інформаційно-орієнтованої освіти, заохочуючи вчителів використовувати освітні мультимедійні ресурси для розробки навчальних курсів, розвитку цифрових навичок учнів. Наприклад, у Фінляндії для оптимізації навчального середовища шляхом надання більшої кількості цифрових ресурсів для викладання та нав-

чання, розроблено програму «Загальноосвітня школа цифрової епохи» [14].

Крім США та європейських країн, азіатські країни також активно готуються до світової цифрової освіти. Наприклад, у Китаї в 2016 р. Бюро освіти Гонконгу представило Четверту стратегію ІТ в освіті (ІТЕ4) для підвищення можливостей навчання учнів за допомогою комп'ютерних технологій. Більш конкретно, в ІТЕ4 наголошується на необхідності зміцнення електронної інфраструктури в школах та університетах. Крім того, ця ініціатива запрошує батьків, зацікавлені сторони та членів спільноти взяти участь у розвитку середовища ІКТ [15].

У Кореї Міністерство освіти оголосило про п'ятирічний план надання корейському народу більшої кількості можливостей цифрового навчання. Згідно з дорожньою картою, цифрові навчальні програми займають лідируючі позиції та отримують більше фінансування; учні постійно отримують підтримку підвищення рівня комп'ютерної грамотності. Більше того, програмування стане обов'язковою дисципліною у початкових та середніх державних школах [15].

Як показано вище, просування інтегрованої в ІКТ освіти стало спільною метою у різних країнах, і оснащення достатньою ІКТ-інфраструктурою є одним із найважливіших підходів до її реалізації. Рівень проникнення освітніх ІКТ-ресурсів швидко зріс останні десятиліття з реалізацією відповідної політики. Проте ефективність інвестицій у освітні ІКТ-ресурси, як і раніше, залишається спірною. Деякі вчені припустили,



що освітні ІКТ-ресурси, які можуть покращити цифрову грамотність учнів та їх соціальні здібності [16], є каталізаторами різноманітного навчання та спілкування у цифрову епоху.

Мультимедійні освітні продукти (МОП), як правило, визнаються основою та стимулом підвищення якості освіти на основі цифрових технологій. Зв'язок між МОП та успішністю учнів ретельно досліджений з двох різних точок зору. Щодо шкільних освітніх інформаційних ресурсів, деякі вчені вважають ці ресурси важливою основою успішності учнів через високу кореляцію між ними. Наприклад, в роботі [4] досліджувався зв'язок між доступністю шкільних освітніх ресурсів ІКТ та цифровою грамотністю учнів та підтвердив позитивну кореляцію між ними на основі даних опитувань PISA 2003 та 2006 рр.

Автори [17] провели рандомізоване контрольоване дослідження навчання з використанням інформаційних технологій у більш ніж 1800 індійських школах. Результати показали, що освітні ресурси ІКТ незмінно надають значний позитивний вплив на успішність учнів навіть за умов меншої кількості комп'ютерів на одного учня і менш компетентних вчителів. Однак деякі вчені стверджували, що збільшення освітніх ресурсів ІКТ є неефективним і може навіть негативно вплинути на успішність учнів.

Наприклад, в роботі [3] досліджували програму комп'ютерної допомоги і зазначили, що хоча вчителі, які отримали допомогу, частіше використовували комп'ютери у класі, успішність їхніх учнів не покращала. Автори досліджу-

вали зв'язки між використанням ІКТ учнями, метапізнанням та грамотністю читання. Вони дійшли висновку, що є значна негативна кореляція між цими змінними.

Мультимедійні освітні продукти більш зручні, автономні та відкриті, ніж шкільні освітні ІКТ-ресурси. Тому вони вважаються ключовими чинниками, що сприяють навчанню та розвитку учнів. Попередні дослідження дійшли суперечливих висновків щодо зв'язку між домашніми освітніми ІКТ-ресурсами та академічною успішністю учнів. Деякі вчені стверджують, що достатні домашні освітні ІКТ-ресурси часто корелюють з вищою академічною успішністю [6]. Учні краще навчаються, коли домашні освітні ІКТ-ресурси доступніші. При цьому автори зазначили, що використання інструментів інформаційних технологій для виконання академічних занять вдома допомагає покращити розумові здібності учнів.

Проте інші вчені дотримуються інших думок. Наприклад, в роботі [8] опитано понад 2000 учнів середніх шкіл і виявлено, що домашні освітні ІКТ-ресурси в основному використовуються в ненавчальних цілях, що призводить до згубного впливу на академічну успішність учнів. Доступність домашніх інформаційних ресурсів має значний негативний зв'язок із грамотністю читання німецьких учнів на основі даних PISA 2012. Негативний зв'язок значною мірою пояснюється неправильним використанням учнями домашніх освітніх ІКТ-ресурсів.

Підсумовуючи, можна сказати, що зв'язок між шкільними та домашніми освітніми ІКТ-ресурсами



та успішністю учнів не був чітко продемонстрований попередніми дослідженнями.

Мета роботи

Дослідження дисперсійної залежності між компонентами інформаційно-комунікаційних технологій та успішністю студентів університетів.

Результати проведених досліджень

У роботі використовувався метод багатофакторного диференціального та регресійного аналізу. Дисперсійний аналіз є статистичним методом аналізу результатів спостережень, що залежать від різних одночасно діючих чинників з метою вибору найбільш значущих з них та оцінки їх впливу на досліджуваний процес. За допомогою дисперсійного аналізу встановлюються зміни дисперсії результатів експерименту при зміні рівнів чинників, що вивчаються. Якщо дисперсії відрізнятимуться значимо, це свідчить про значний вплив чинника на середнє значення спостережуваної випадкової величини.

Для опитування здобувачів та викладачів використовувалася спеціально розроблена анкета. У неї включені питання про потрібні цифрові технології та способи їх використання, про причини вибору тих чи інших цифрових технологій, про суб'єктивну оцінку впливу цифрових технологій на розвиток особистості.

На підготовчому етапі використовувалися фокусоване інтерв'ю учнів та експертне оцінювання викладачами переліку причин вибору та варіантів розвитку можливостей цифрових технологій

у навчанні, експертне оцінювання викладачами ризиків використання цифрових технологій у вищій школі. Під час розробки опитувальника автори орієнтувалися на перелік різновидів цифрових технологій у вже існуючих класифікаціях [10], аналізували зміст освітніх маркетплейсів та агрегатора цифрових продуктів.

Шляхом анкетування проводилося опитування студентів щодо частоти використання в навчальній дисципліні засобів ІКТ. Пропонувалися такі інструментальні засоби:

1. Платформа Moodle.
2. Інші платформи для дистанційного навчання.
3. Інтерактивні послуги (тести, ігри, квести).
4. Сервіси візуалізації та створення мультимедійних продуктів.
5. Інструменти для спільної роботи та управління проектами.
6. Пошукові системи.
7. Оцифровані освітні ресурси.

По кожному з інструментальних засобів необхідно було вибрати один із чотирьох варіантів, надавши йому ваговий коефіцієнт з числового діапазону (табл. 1).

Опитування проводилося з кожної дисципліни всіх груп бакалаврського рівня. Вибірка опитаних респондентів становила $n = 198$ чол.

Таблиця 1
Відповідність вагових коефіцієнтів варіанту відповіді

Варіант відповіді	Числовий діапазон
дуже рідко	0–0,24
рідко	0,25–0,49
часто	0,5–0,74
постійно	0,75–1



Як поверхня відгуку розгляда-
лася кількість набраних балів з нав-
чальної дисципліни (Y). Результати
опитування та показник успішно-
сті зведено до таблиці для подаль-
шого проведення дисперсійного
аналізу (табл. 2). У табл. 2 пока-
зані дані для однієї групи з однієї
дисципліни.

Багатофакторний дисперсій-
ний аналіз включав такі кроки.

1. Обчислення середнього знач-
ення функції відгуку з усіх дос-
лідів та середнього значення за різ-
ними рівнями фактору Р

$$y_{cp} = \frac{1}{n^2} \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n y_{kj},$$

$$y_D(j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_{kj}, \quad j = \overline{1, n}.$$

2. Оцінка факторної дисперсії

$$\mu_{2,\phi} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n [y_{cp} - y_{\phi}(j)]^2.$$

3. Оцінка залишкової дисперсії

$$\mu_{2,ост} = \frac{1}{n^2 - n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n [y_{\phi}(j) - y_{kj}]^2.$$

4. Оцінка значущості фактору
Р провадиться на основі методу
перевірки статистичних гіпотез.
Нульова гіпотеза H_0 відповідає рів-
ності середніх значень функції від-
гуку при різних значеннях фак-
тору. У цьому випадку факторна
та залишкова дисперсія є незмі-
щеними оцінками невідомої ге-
неральної дисперсії функції від-
гуку і тому не повинні суттєво від-
різнятися.

Таблиця 2
Вихідна матриця значень багатофакторного дисперсійного аналізу

№ респондента	Інформаційно-комунікативні технології							Набраний бал з дисципліни
	Платформа Moodle	Платформи для дистанційного навчання	Інтерактивні сервіси (тести, ігри, квести)	Сервіси візуалізації та створення мультимедійних продуктів	Інструменти для спільної роботи та управління проектами	Пошукові системи	Оцифровані освітні ресурси	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y
1	0,67	0,29	0,37	0,62	0,45	0,92	0,68	69
2	0,99	0,84	0,04	0,39	0,65	0,41	0,10	77
3	0,31	0,43	0,66	0,51	0,64	0,25	0,82	91
...								
48	0,14	0,64	0,63	0,78	0,05	0,79	0,09	72



Вочевидь, якщо оцінка факторної дисперсії вбирається в оцінку залишкової дисперсії, то справедлива гіпотеза H_0 . Альтернативна гіпотеза H_1 відповідає твердженню, що факторна дисперсія значно більше залишкової дисперсії, отже, середні значення також істотно різняться. Перевірка здійснюється на основі критерію Фішера $F = \mu_2 / \mu_1$, μ_2 , μ_1 . Критичне значення критерію $F_{кр} = F(\alpha; n - 1; n^2 - n)$ знаходять стандартним чином, тут $n - 1$ відповідає кількості ступенів свободи факторної дисперсії, а $n^2 - n$ — кількості ступенів свободи залишкової дисперсії. Якщо виконується умова $F > F_{кр}$, то чинник P істотно впливає на функцію відгуку, інакше — вплив чинника істотний.

Після визначення значних чинників методом регресійного аналізу виявлялася математична закономірність впливу ІКТ на успішність.

В результаті обробки даних представлених у табл. 2 методами дисперсійного та регресійного аналізів отримана залежність між факторами ІКТ та успішністю

$$Y = 6,20 \cdot X_1 + 2,69 \cdot X_2 - 6,75 \cdot X_3 + 0,71 \cdot X_4 - 11,06 \cdot X_5 - 1,85 \cdot X_6 + 4,13 \cdot X_7.$$

Регресійне рівняння показує, як незалежні змінні X_i впливають на залежну змінну Y . Кожна незалежна змінна має коефіцієнт, який вказує на величину зміни Y за зміни цієї змінної на одиницю, за умови, що інші змінні залишаються незмінними. Інтерпретувати це рівняння можна в такий спосіб.

Позитивні коефіцієнти 6,20, 2,69, 0,71, 4,13 показують, що від-

повідні змінні X_1, X_2, X_4, X_7 збільшують значення Y , якщо вони ростуть. Іншими словами, використання платформи Moodle, платформ для дистанційного навчання, сервісів візуалізації та створення мультимедійних продуктів, використання оцифрованих освітніх ресурсів сприяють кращому засвоєнню навчального матеріалу студентами.

Негативні коефіцієнти -6,75, -11,06, -1,85 вказують на те, що змінні X_3, X_5, X_6 негативно впливають на Y , знижуючи його значення при збільшенні. Тобто — використання інтерактивних сервісів (тестів, ігор, квестів), інструментів для спільної роботи та управління проектами, пошукових систем мають негативний вплив на якість навчання.

Слід зазначити, що ці висновки справедливі лише з досліджуваної дисципліни. Щоб глибше зрозуміти рівняння, потрібно також аналізувати його статистичну значущість, такі як значення R^2 , p -value щоб оцінити, наскільки точно модель пояснює залежність.

Незважаючи на очевидні переваги використання ІКТ в освітньому процесі, більшість студентів також відзначили наявність значних ризиків. Зокрема, 82 % респондентів наголосили на загрозі розвитку залежності від гаджетів, 68 % відзначили проблеми, пов'язані з інформаційною безпекою, захистом авторських прав науковців та конфіденційністю особистих даних усіх учасників освітнього процесу. Більше половини студентів висловили стурбованість тим, що цифрові технології можуть негативно впливати на якість спілкування та взаємодії, а також ускладнювати розуміння



емоційних станів співрозмовників (48 %). Крім того, 55 % студентів пов'язують із впровадженням ІКТ погіршення соціальних навичок та зниження здатності засвоювати великі обсяги інформації. Окремі ризики, такі як заміна перевірених методів навчання модною цифровою атрибутикою (31 %) та погіршення мови та мислення (39 %), також відзначені, хоч і менш виражено.

Викладачі підтвердили аналогічні ризики використання цифрових технологій у навчанні. Найбільше занепокоєння у них викликає розвиток залежності від гаджетів (78 %), зниження якості спілкування та складності із розпізнаванням емоцій (74 %), а також проблеми із захистом особистих даних та авторських прав (72 %). Крім того, викладачі висловили побоювання з приводу деградації мови та мислення (63 %), втрати соціальних навичок та здатності засвоювати великі обсяги інформації (65 %), а також ризику заміни традиційних, ефективних методів навчання новими цифровими інструментами, які, на їхню думку, не завжди виправдовують очікування (62 %). Загалом викладачі оцінюють ризики застосування ІКТ у навчанні більш високо, ніж студенти.

Висновки

Результати опитування дозволили проаналізувати поточне сприйняття студентами інформаційно-комунікаційних технологій як інструменту навчання та особистісного розвитку. Серед цифрових технологій, що найбільш часто використовуються студентами, виділяються платформа Moodle, різні платформи для дистанційного навчання, сервіси для візуалізації та створення мультимедійних матеріалів, а також ци-

фрові освітні ресурси. Всі ці технології сприяють покращенню засвоєння навчального матеріалу.

Встановлено зв'язки між формами навчальної діяльності та цифровими технологіями. На думку студентів, викладачі активно використовують ІКТ при організації навчального процесу, у груповій роботі на заняттях, під час виконання самостійних завдань та проведення консультацій. У групових та проектних роботах студенти найчастіше застосовують цифрові інструменти для створення текстів, презентацій та інфографіки. Студенти зазначають, що викладачі під час лекційних та семінарських занять надають мультимедійні матеріали (відеолекції, текстові файли) та взаємодіють з ними через цифрові засоби. Однак, незважаючи на широкий вибір сучасних цифрових технологій, студенти використовують лише обмежену кількість інструментів у різних формах навчальної діяльності.

При оцінці цифрових технологій студенти виділяють два ключові критерії: зручність та доступність у використанні, а також їхню практичну користь для вирішення навчальних завдань. Оцінка впливу ІКТ на розвиток особистих якостей, навичок та здібностей студентів показала, що сприйняття цих технологій змінюється залежно від курсу навчання. Студенти старших курсів вище оцінюють вплив ІКТ на їхню мотивацію, пізнавальну активність, здатність до навчання та адаптацію до змін. У той же час викладачі, порівняно зі студентами, ставляться до потенціалу цифрових технологій в освітньому процесі, що розвиває, більш критично і оцінюють їх вплив нижче.



Список використаної літератури/References

1. Bilotta, E., Bertacchini, F., Gabriele, L., Giglio, S., Pantano, P. S., & Romita, T. (2020). Industry 4.0 technologies in tourism education: Nurturing students to think with technology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 29(3), 100275. DOI:10.1016/j.jhlste.2020.100275.
2. Büyükbaykal, C. I. (2015). Communication technologies and education in the information age. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 636–640. DOI:10.1016/j.sbspro.2015.01.594.
3. Lacka, E., Wong, T. C., & Haddoud, M. (2020). Can digital technologies improve students' efficiency? Exploring the role of Virtual Learning Environment and Social Media use in Higher Education. *Computers & Education*, vol. 163, 104099. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104099>.
4. Lopez-Fernandez, O. (2021). Emerging Health and Education Issues related to Internet Technologies and addictive problems. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(1), 321. DOI:10.3390/ijerph18010321.
5. Ozdamli, F., & Cavus, N. (2021). Knowledge sharing technologies in higher education: Preferences of CIS students in Cyprus. *Education and Information Technologies*, 26(1), 1833–1846. DOI:10.1007/s10639-020-10336-8.
6. Pacheco, E., Lips, M., & Yoong, P. (2018). Transition 2.0: Digital technologies, higher education, and vision impairment. *The Internet and Higher Education*, 37(8), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.11.001>.
7. Biletska, I. O., Paladieva, A. F., Avchinnikova, H. D., & Kazak, Y. Y. (2021). Use of modern technologies by foreign language teachers: developing digital skills. *Linguistics and Culture Review*, 5(S2), 16–27. DOI:10.21744/lingcure.v5nS2.1327.
8. Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R., & Vaish, A. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 419–422. DOI:10.1016/j.dsx.2020.04.032.
9. Penprase, B. E. (2018). The fourth industrial revolution and higher education. *Higher education in the era of the fourth industrial revolution*, 10, 978–981. DOI:10.1007/978-981-13-0194-0_9.
10. Pinto, M., & Leite, C. (2020). Digital technologies in support of students learning in Higher Education: literature review. *Digital Education Review*, 37, 343–360. DOI:10.1344/der.2020.37.343-360.
11. Qureshi, M. I., Khan, N., Raza, H., Imran, A., & Ismail, F. (2021). Digital Technologies in Education 4.0. Does it Enhance the Effectiveness of Learning? *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(04):31. DOI:10.3991/ijim.v15i04.20291.
12. De Araújo, A. C., Knijnik, J., & Ovens, A. (2020). How does physical education and health respond to the growing influence in media and digital technologies? An analysis of curriculum in Brazil, Australia and New Zealand. *Pedagogy Culture and Society*, 52(1), 1–16. DOI:10.1080/00220272.2020.1734664.
13. Beardsley, M., Albó, L., Aragón, P., & Hernández-Leo, D. (2021). Emergency education effects on teacher abilities and motivation to use digital technologies. *British Journal of Educational Technology*, 52(4). DOI:10.1111/bjet.13101.
14. Kumar, A., Agrawal, R., Wankhede, V. A., Sharma, M., & Mulat-Weldemeskel, E. M. (2021). A framework for assessing social acceptability of industry 4.0 technolo-



gies for the development of digital manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121217. DOI:10.1016/j.techfore.2021.121217.

15. Seale, J. K., Colwell, C., Coughlan, T., Heiman, T., Kaspi-Tsahor, D., & Olenik-Shemesh, D. (2021). 'Dreaming in colour': disabled higher education students' perspectives on improving design practices that would enable them to benefit from their use of technologies. *Education and Information Technologies*, 26(1), 1–33. DOI:10.1007/s10639-020-10329-7.

16. Dudar, V. L., Riznyk, V. V., Kotsur, V. V., Pechenizka, S. S., & Kovtun, O. A. (2021). Use of modern technologies and digital tools in the context of distance and mixed learning. *Linguistics and Culture Review*, 5(S2), 733–750. DOI:10.21744/lingcure.v5nS2.1416.

17. Camilleri, M. A., & Camilleri, A. C. (2017). Digital learning resources and ubiquitous technologies in education. *Technology, Knowledge and Learning*, 22(1), 65–82. DOI:10.1007/s10758-016-9287-7.

The purpose of the work is to study the dispersion dependence between the components of information and communication technologies and the academic performance of university students. To solve this task used multivariate variance analysis to study the correlation between educational ICT resources and academic performance, and also built a regression model.

Keywords: information and communication technologies; multimedia products; quality of education; dispersion analysis; regression.

Надійшла до редакції 07.09.24