

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО**

Журнал заснований у 1918 році

**ВЧЕНІ ЗАПИСКИ
ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО**

Серія: Технічні науки

Том 36 (75) № 3 2025

Частина 2



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

Головний редактор:

Кисельов Володимир Борисович – доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту муніципального управління та міського господарства Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського.

Члени редакційної колегії:

Медведєв Микола Георгійович (відповідальний секретар) – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського;

Броніні Вадимович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Домніч Володимир Іванович – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизованого управління технологічними процесами Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського;

Дехтяр Анатолій Соломонович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри архітектурних конструкцій Національної академії образотворчого мистецтва і архітектури;

Дичко Аліна Олегівна – доктор технічних наук, професор, професор кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського;

Дубко Валерій Олексійович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри вищої математики Київського національного університету технологій та дизайну;

Єремєєв Ігор Семенович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизованого управління технологічними процесами Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського;

Лисенко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри телекомунікацій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Огородник Станіслав Станіславович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського;

Сегай Олександр Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського;

Чумаченко Сергій Миколайович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри інформаційних систем Національного університету харчових технологій;

Цомко Олена – доктор філософії по спеціальності «Безпека і управління інформацією», відділення комп'ютерної інженерії, Інститут Міжнародної освіти, Університет Донгсо, Республіка Корея.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet Вченою радою Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського (протокол № 11 від 27 червня 2025 року)

Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки» зареєстровано відповідно до Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1136 від 11.04.2024 року.
Ідентифікатор медіа: R30-04000.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського (просп. Берестейський, 10, м. Київ, 01135, e-mail: crimea.tnu@gmail.com, тел.: +38 (044) 529-05-16).

Мови видання: українська, англійська, польська, німецька, французька, словацька, румунська, італійська.

Періодичність: 6 разів на рік.

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») з технічних наук (спеціальності: G1 Хімічні технології та інженерія; G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією); G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) відповідно до Наказу МОН України від 17.03.2020 № 409 (додаток 1), F2 Інженерія програмного забезпечення; F6 Інформаційні системи і технології; F7 Комп'ютерна інженерія; G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; D3 Менеджмент; G11 Машинобудування (за спеціалізаціями); J5 Морський та внутрішній водний транспорт; J6 Авіаційний транспорт; J7 Залізничний транспорт; J8 Автомобільний транспорт відповідно до Наказу МОН України від 02.07.2020 № 886 (додаток 4)

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International (Республіка Польща)

Сторінка журналу: www.tech.vernadskyjournals.in.ua

ISSN 2663-5941 (Print)

ISSN 2663-595X (Online)

© Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, 2025

ЗМІСТ

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Сташевський В.М.

СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....1

Топчій Н.В.

ПРОБЛЕМА ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ В МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.....7

Fomin O.V., Burlutskiy O.V., Kubrak A.V., Holub H.M., Fursina A.D.

NON-STATIONARY FACTORS OF FATIGUE RESISTANCE AND THEIR INFLUENCE ON THE SERVICE LIFE OF FREIGHT CAR JOINTS: MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS.....14

Чайковський С.Ю.

ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ В УМОВАХ СТІМКОГО РОЗВИТКУ РИНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ.....23

Шорнікова С.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ – ПЕРШИЙ КРОК ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЯКІСНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ВИРОБУ.....30

ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

Арпенгій С.П.

МЕТОДОЛОГІЧНА ПАРАДИГМА АРХІТЕКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.....36

Астістова Т.І., Дроменко В.Б., Калашник В.Ю.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ БІБЛІОТЕКИ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ.....43

Бараннік В.В., Берчанов А.А.

МЕТОД ОБРОБКИ ІНФРАЧЕРВОНИХ ЗОБРАЖЕНЬ У СПЕКТРАЛЬНОМУ ДОМЕНІ.....55

Бараннік Д.В., Сідченко Є.С., Лиходєєв О.С., Помазуєв В.В., Федоровський О.В.

МЕТОД ЗАСТОСУВАННЯ АПЕРТУР ДО АСИМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ КОДУВАННЯ ВІДЕОДАНИХ.....61

Батюк С.Г., Воронюк М.В.

ЗАДАЧІ КОМПЛЕКСНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ЯК АВТОНОМНОЇ КІБЕР-ФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ.....67

Батюк С.Г., Воронюк М.В.

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ І СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....77

Безкровний М.М.

МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ АСТРОНОМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ НЕБЕСНИХ ОБ'ЄКТІВ.....92

Богдан Г.А., Феоклістов Д.О.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ІНЕРЦІАЛЬНИХ НАВИГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....101

Бойко О.В., Ульяницька К.О., Коломієць У.Д.

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАПИТІВ РЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ ЗАВДАНЬ.....107

Бочок В.О., Федорова Н.В.

ОБМІН ЗНАННЯМИ В INDEPENDENT DQN БАГАТОАГЕНТНІЙ СИСТЕМІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ.....113

Вакалюк Т.А., Антонюк Д.С., Мінтій І.С., Новіцька І.В., Довгалюк І.С.

МЕТОДИ ПОБУДОВИ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ФІНАНСОВИХ ДОДАТКАХ.....120

Vernik M.O., Oleshchenko L.M. INTELLIGENT SOFTWARE FRAMEWORK FOR BIG DATA AUDIO PROCESSING AND COGNITIVE ENERGY ESTIMATION.....	125
Войтко В.В., Позур М.Ю. МЕТОД ДИНАМІЧНИХ ВИКЛИКІВ В .NET ШЛЯХОМ ГЕНЕРАЦІЇ ІЛ КОДУ В ПРОЦЕСІ ВИКОНАННЯ ЗАСТОСУНКУ.....	132
Glukhova N.V. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGY FOR STUDYING THE SPATIAL STRUCTURE OF A CORONA GAS DISCHARGE BASED ON FRACTAL DIMENSION ESTIMATION.....	138
Holod I.V. DEVELOPMENT OF A PARAMETRIC MODEL AND FORMALIZATION OF PARAMETERS FOR MICROCLIMATE CONTROL IN INDUSTRIAL PREMISES BASED ON CYBER-PHYSICAL SYSTEMS.....	144
Григор'єва Т.І., Розенвассер Д.М., Хнюнін С.Г., Крохмаль М.В. АНАЛІЗ СКЛАДНИХ СИСТЕМ ЩОДО МАШИННОГО НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕНЗОРНИХ МЕТОДІВ.....	151
Гуржій С.В. ROS 2: ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРИ ТА ПРАКТИЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ.....	157
Дем'янчук Т.М., Губар В.Г. АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МІР ПОДІБНОСТІ З МЕТОЮ ПОРІВНЯННЯ СИГНАТУР СИГНАЛІВ БПЛА.....	165
Заварін В.О., Терейковський І.А. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ РОЗЛАДІВ ЗДОРОВ'Я ЗА РАЙДУЖКОЮ ОКА.....	173
Здоренко С.С., Черепанська І.Ю. СИСТЕМА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ПРОГНОЗНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ПОВІТРЯ В БУДІВЛЯХ З АВТОНОМНИМ ОПАЛЕННЯМ.....	180
Зилевіч М.О., Олійник Р.С. КОНТРОЛЕР ПОЛЬОТУ З ВЕКТОРНИМ КЕРУВАННЯМ ТЯГОЮ НА БАЗІ STM32.....	190
Зіменков Д.А., Терейковський І.А. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВЛЕННЯ.....	198
Зубенко В.О., Березюк І.А. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	206
Іванишин В.В., Мошенський А.О. АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІО-ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І КЕРУВАННЯ ПАСІКОЮ. МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПЛАТФОРМИ.....	214
Карпенко М.І., Мошенський А.О. КОНСТРУЮВАННЯ ТА ПОЛЬОВА АПРОБАЦІЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТЯ БСМ МЕРЕЖ.....	221
Кордюк Р.І. ДЕРЕВОВИДНА МОДЕЛЬ КОЛАЖІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	229
Кропивницька В.Б., Кропивницький Д.Р. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МУРАШИНИХ АЛГОРИТМІВ У ЗАДАЧАХ МАРШРУТИЗАЦІЇ.....	241
Левчук І.Л., Дубовик Т.М., Гузь Г.М., Романчук О.О. РОЗРОБКА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ SCADA ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ МІДНОГО КУПОРОСУ.....	248
Майданюк В.П., Складанюк О.О. ГРАФІЧНИЙ РЕДАКТОР ДЛЯ РЕДАГУВАННЯ ДЕСКТОПНИХ ВІДЕОІГОР.....	255
Мацуй А.М., Сербул О.М., Хлебніков М.В., Ізвіта О.Л. ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОПТИМАЛЬНОГО РІЗНОРОЗМІРНОГО КУЛЬОВОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ БАРАБАННИХ МЛИНІВ.....	261

Мойсеєнко О.В., Заячук Я.І. ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ КІБЕРАТАК НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ТРАФІКУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМІВ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ.....	268
Олещенко Л.М. ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ І ЗАДАЧ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	276
Парінов І.С. ІНТЕГРАЦІЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ У МЕДИЧНІ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ: ТЕХНІЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ МОДУЛЯ ПРОГРЕСИВНОЇ СУМАРИЗАЦІЇ ДАНИХ ПАЦІЄНТА.....	287
Pasichnyk V.V., Dobrovolskyi H.A. SURVEY OF APPLICATION OF THE KOLMOGOROV-ARNOLD NETWORKS TO TRANSPORTATION NETWORK INTERDICTION GAMES.....	297
Положаєнко С.А., Прокоф'єв А.Ю. АДАПТИВНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ПЕРЕВІРКИ ДОСТОВІРНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ.....	305
Полтавський Д.А., Мироненко О.В., Снеосіков О.А. МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ ФІШИНГОВИМ АТАКАМ У ВЕБСЕРЕДОВИЩІ.....	312
Поліщук С.М. ОГЛЯД МЕТОДІВ ДЕТЕКТУВАННЯ ЗАМАСКОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ У КОНТЕКСТІ ВІЗУАЛЬНОЇ СХОЖОСТІ З ФОНОМ.....	320
Регенель Т.Ю., Фант М.О., Савіцький Р.С. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ ДЛЯ МУЗИЧНИХ ПРОЄКТІВ.....	328
Рихальський О.Ю. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕМАНТИЧНОЇ СУМІСНОСТІ ПАРАМЕТРИЧНИХ КОНФІГУРАЦІЙ У САД-СИСТЕМАХ.....	334
Семенець Д.А., Васильчук Д.П., Арестова Т.В. ЦИФРОВИЙ ПРОПОРЦІЙНО-ІНТЕГРАЛЬНИЙ-РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ ДРУГОГО ПОРЯДКУ З ЗАПІЗНЮВАННЯМ	343
Ситніков О.В., Лукінюк М.В., Фтемов А.О. СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВОДООЧИЩЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЬНОГО КОНТЕЙНЕРА СИСТЕМИ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ.....	350
Слабінога М.О., Піх В.Я., Стрілецький Ю.Й., Шекета В.І. РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ОПРАЦЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ БАГАТОШАРОВИМ ПЕРЦЕПТРОНОМ.....	356
Соловій П.С., Назаренко В.В. ВПРОВАДЖЕННЯ ІІІ У СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	361
Степанов Д.С., Сенів М.М. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НЕЗМІННОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЗОРОГО МАСШТАБУВАННЯ БЕЗ ПРОСТОЇВ У ВЕБПОРТАЛАХ.....	369
Стьопкін А.В. РОЗПІЗНАВАННЯ НЕОРІЄНТОВАНИХ ГРАФІВ МУЛЬТИАГЕНТНОЮ СИСТЕМОЮ.....	377
Танчук В.С., Колобродов В.Г. МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ.....	383
Терейковський І.А., Шевченко О.В. АНАЛІЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ РІШЕНЬ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЛОТНИМ ПРИСТРОЄМ.....	393
Тиханська А.М., Тиханський М.П. КЕРУВАННЯ ВАЖКИМ СТРІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЙОГО ОБЛАДНАННЯ.....	400

Усов О.С. МЕТОДИ ВІЗУАЛЬНОЇ SLAM ДЛЯ НАВІГАЦІЇ У ВНУТРІШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ БЕЗ ДОСТУПУ ДО ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ.....	411
Ushakova I.O., Bondarenko D.O., Chirva Yu.Ye., Znakhur L.V. COMPUTER MODELING OF COMPANY EMPLOYEE CHURN USING MACHINE LEARNING AND PREDICTIVE ANALYTICS METHODS.....	419
Філімончук Т.В., Колгун Ю.М., Климова І.М., Холобок В.І. МОДЕЛЬ ПІДХОДУ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ.....	429
Tsybulnyk S.O., Shelemekha V.V. OVERVIEW OF METHODS AND MEANS OF AUTOMATED DETERMINATION OF THE CURRENT STATE OF BIOLOGICAL OBJECTS.....	437
Чигур І.І., Лагойда А.І., Чигур Л.Я. ІНФОРМАТИВНІ ОЗНАКИ В ЗАВДАННЯХ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН.....	445
Чижмотря О.В., Вакалюк Т.А., Клименко Д.О., Чижмотря О.Г., Гордієнко І.В. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ВЕБ-ТРАФІКУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИРІШАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПИТІВ.....	451
Ярецька Н.О., Рамський А.О., Поплавська О.А. ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ» В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ.....	457
БУДІВНИЦТВО	
Деревягіна Н.І., Садовенко І.О. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ СТІЙКОСТІ ЛЬОСОВИХ МАСИВІВ ПРИ ВИБУХОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ.....	464
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	470

Ярецька Н.О.

Хмельницький національний університет

Рамський А.О.

Хмельницький національний університет

Поплавська О.А.

Хмельницький національний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ» В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

Стаття присвячена питанням удосконалення методики викладання вищої математики для студентів галузі знань «Інформаційні технології» в умовах цифровізації освіти, що супроводжує трансформацію освітнього простору України. Виявлено, що зменшення кількості аудиторних годин, передбачених на вивчення вищої математики, в поєднанні зі складністю абстрактного змісту навчального матеріалу, формує виклик для викладачів щодо ефективної організації освітнього процесу, а для студентів – ускладнює глибоке опанування базових математичних понять. Проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід використання цифрових освітніх технологій, який свідчить про зростаюче значення адаптивного навчання, автоматизованих систем оцінювання знань, мультимедійних платформ та масових відкритих онлайн-курсів, зокрема для викладання дисциплін з високим рівнем теоретичної абстракції.

Оцінено потенціал використання сучасних програмних продуктів (*GeoGebra, Mathematica, Maple, MathCAD*), що дозволяють в інтерактивному форматі здійснювати математичні побудови, моделювання та аналітичні обчислення. Обґрунтовано ефективність змішаних моделей навчання, які поєднують переваги дистанційного і традиційного форматів, сприяючи індивідуалізації освітньої траєкторії, підвищенню мотивації та засвоєнню складного математичного матеріалу. Водночас акцентовано на необхідності подолання викликів цифровізації, зокрема низького рівня цифрової грамотності частини учасників освітнього процесу, нестачі технічних ресурсів, недостатньої адаптації навчальних платформ до інклюзивного середовища, а також зменшення емоційної взаємодії у процесі онлайн-навчання. Розроблено модель інтерактивного навчання з використанням мультимедійних презентацій, генераторів завдань та хмароорієнтованих сервісів, що дозволяє реалізувати концепцію цифрової трансформації математичної освіти у технічному університеті. Запропоновано комплексні заходи щодо інтеграції цифрових платформ у навчальний процес, включаючи підготовку педагогів, забезпечення технічної підтримки, організацію супровідного навчання для здобувачів та постійний моніторинг результативності використаних технологій.

Ключові слова: вища математика, цифровізація освіти, інформаційні технології, змішане навчання, цифрові платформи, математична підготовка.

Постановка проблеми. В реаліях трансформації освітнього простору України, що визначається активною фазою цифровізації всіх ланок вищої освіти, особливої актуальності набуває питання удосконалення методики викладання базових дисциплін, зокрема вищої математики, для студентів галузі знань «Інформаційні технології». З огляду на стрімкий розвиток цифрових технологій, змінюється не лише структура навчального процесу, але й самі підходи до формування змісту та організації освітніх програм,

що орієнтовані на підготовку фахівців ІТ-сфери. У цьому контексті варто зазначити, що зменшення кількості аудиторних годин, відведених на вивчення вищої математики, при збереженні значного обсягу абстрактного, складного за змістом матеріалу, створює серйозні виклики як для викладачів, так і для здобувачів освіти [8].

В умовах цифрової трансформації української вищої школи особливо важливим є не лише забезпечення технічної готовності університетів до впровадження інновацій, але й методичне

переосмислення традиційної структури лекційних і практичних занять з вищої математики [6]. Дослідницький інтерес викликає розробка ефективних педагогічних моделей, які б урахували як специфіку математичних знань, так і потреби сучасних студентів, що навчаються в динамічному, цифрово орієнтованому середовищі. Саме тому поточне дослідження присвячене визначенню ключових особливостей викладання вищої математики студентам ІТ-спеціальностей в Україні в умовах цифровізації освіти, з акцентом на інтеграцію сучасних інформаційних технологій у навчальний процес як чинника підвищення якості математичної підготовки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях Гуржій А. М., Глазунова О. Г., Волошина Т. В. [2], Суліма О. [13] та Чака К. [17] акцентовано на тому, що цифрові освітні технології суттєво розширюють можливості персоналізованого навчання, надаючи як викладачам, так і студентам доступ до адаптивних навчальних ресурсів, інтерактивних інструментів та онлайн-лабораторій, що особливо актуально для дисциплін з високим рівнем абстракції, таких як вища математика. Проте автори справедливо вказують і на певні обмеження цифровізації, серед яких ключовими залишаються потреба у підвищенні цифрової грамотності всіх учасників освітнього процесу, а також технічна готовність інфраструктури закладів до ефективного функціонування цифрових середовищ.

Значну увагу у роботах Клеопа І., Тютюнник О., Крупський Я., Добранюк Ю. [4], Сиваш С., Соколовська Г. [12], приділено аналізу переваг онлайн-курсів з математичних дисциплін, акцентуючи на важливості побудови адаптивних освітніх траєкторій з використанням штучного інтелекту та елементів машинного навчання, які здатні автоматично коригувати складність матеріалу залежно від індивідуального прогресу студента. На їхню думку, саме таке поєднання технологій забезпечує якісно новий рівень викладання складних теоретичних курсів, включаючи вищу математику.

Так Насонова С. [9], у своєму дослідженні розглянула інклюзивний потенціал масових відкритих онлайн-курсів, що відкривають нові можливості для студентів з особливими освітніми потребами. Автори стверджують, що цифрові платформи дозволяють здійснювати повноцінне математичне навчання без потреби фізичної присутності в аудиторії, однак вказують і на недоліки веб-доступності, які потребують вдоскона-

лення інтерфейсів і підходів до подачі контенту. Інше дослідження, представлені авторством Ковальчук М. [5] та Сікора Я., Скоробагатська О., Лиходєєва Г., Максименко А., Цехмістер Ю. [19], підтверджують, що для успішної підготовки майбутніх ІТ-фахівців надзвичайно важливою є не лише технічна, але й методична готовність до використання цифрових інструментів, які, своєю чергою, сприяють формуванню математичного мислення, навичок дистанційної взаємодії та самостійного здобуття знань. Загалом аналіз літератури дає підстави стверджувати, що цифровізація навчального процесу у вищій освіті, зокрема в частині математичної підготовки студентів галузі знань «Інформаційні технології».

Постановка завдання. Метою статті є дослідження цифрового інструментарію забезпечення навчального курсу вищої математики для студентів галузі знань «Інформаційні технології» та розробка заходів направлених на поєднання цифрових платформ та навчального процесу.

Виклад основного матеріалу. У контексті цифрової трансформації вищої освіти України, що зумовлює необхідність глибокого переосмислення традиційних підходів до викладання вищої математики для студентів спеціальності «Інформаційні технології», принципового значення набуває впровадження сучасних цифрових інструментів, які забезпечують ефективну візуалізацію та інтенсифікацію навчального процесу. Одним із напрямів реалізації цього підходу є використання спеціалізованого програмного забезпечення для створення мультимедійного супроводу лекційних курсів, серед якого найбільш поширеним і доступним для вищих навчальних закладів залишається Microsoft PowerPoint, що входить до складу пакета Microsoft Office та забезпечує можливість інтеграції графічних, анімаційних і відеоелементів з метою наочного представлення абстрактних математичних понять [10, с. 135]. Використання таких інструментів як відеофрагменти, анімації формул та динамічні ілюстрації дозволяє не лише підвищити зацікавленість студентів у змісті навчального матеріалу, але й значно спрощує сприйняття складних логіко-математичних побудов, з якими традиційно виникають труднощі в умовах скорочення аудиторного часу та слабкої математичної підготовки, характерної для частини студентів ІТ-спеціальностей (рис. 1) [11].

Що ж стосується практичних занять, то в умовах цифровізації освіти дедалі більшої популярності набувають програмні продукти

освітнього призначення, зокрема GeoGebra, MathCAD, Mathematica, Maple, Cabri Geometry, GEONExT, C.a.R., які дозволяють не лише виконувати складні обчислення та графічні побудови, а й інтерактивно моделювати процеси, що лежать в основі математичних залежностей. Серед них особливо виділяється безкоштовна й інтуїтивно зрозуміла програма GeoGebra, яка дозволяє візуалізувати зміну геометричних об'єктів у реальному часі при варіюванні параметрів, що суттєво сприяє глибшому розумінню структури та властивостей математичних моделей, особливо у роз-

ділах аналітичної геометрії, математичного аналізу та лінійної алгебри (рис. 2) [3, с. 15–16].

Інтеграція цифрових платформ у викладання вищої математики дозволяє суттєво покращити якість засвоєння складного абстрактного матеріалу, водночас сприяючи активізації самостійної роботи студентів, розширенню доступу до навчальних ресурсів і розвитку цифрових навичок, що є критично важливими для майбутніх ІТ-фахівців [1]. Застосування онлайн-курсів, електронних навчальних модулів, хмарних сервісів та мультимедійних елементів забезпечує

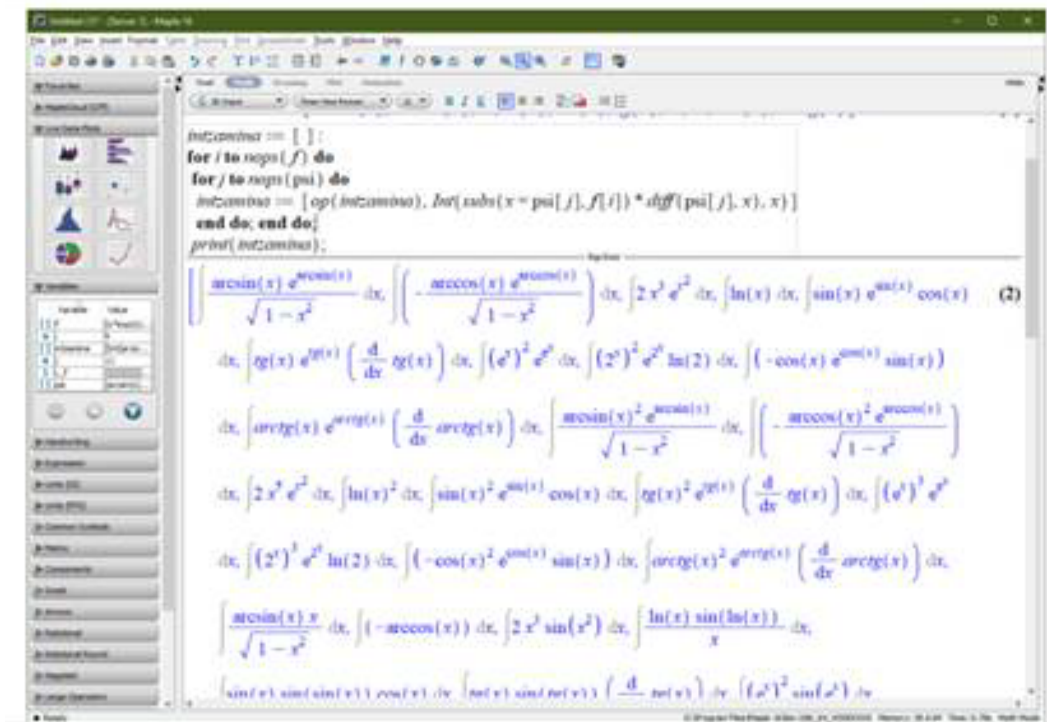


Рис. 1. Вікно роботи генератора завдань з вищої математики (сформовано авторами)

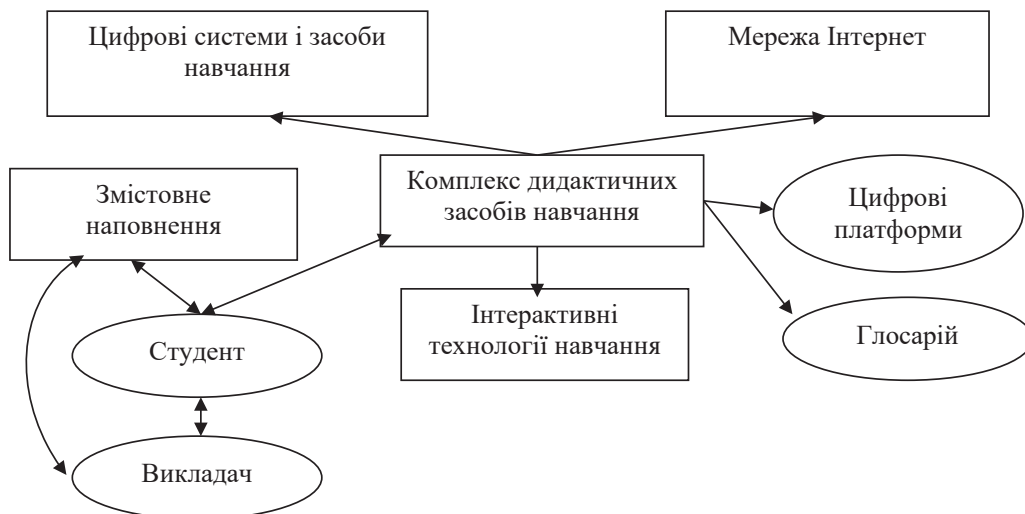


Рис. 2. Модель інтерактивного навчання вищої математики з використанням цифрових технологій (розроблено авторами)

не лише візуалізацію математичних понять, а й адаптацію навчального контенту до індивідуального рівня підготовки кожного студента (рис. 3) [18, с. 51].

Особливо ефективним виявляється використання змішаних моделей навчання, у яких цифрові інструменти органічно доповнюють класичні форми проведення лекцій та практичних занять, але всі вони мають свої переваги і недоліки (табл. 1) [15, с. 45].

Разом з тим, успішна реалізація потенціалу цифрового навчання зумовлена необхідністю комплексного підходу, який враховує не лише технічне забезпечення й організаційні аспекти освітнього середовища, а й рівень цифрової компетентності як викладачів, так і студентів. Одним із найважливіших завдань є адаптація існуючих методичних розробок до нових форматів подачі матеріалу, а також забезпечення належного рівня підготовки педагогів до роботи з цифровими платформами (табл. 2) [7, с. 51].

Незважаючи на численні переваги цифровізації, такі як персоналізація навчального процесу, автоматизований контроль знань, широке охоплення ресурсів та інтерактивність, існують і певні обмеження, які слід брати до уваги. До таких належать, зокрема, обмежений доступ до якісного інтернету або цифрової техніки в окремих регіонах України, недостатній рівень цифрової грамотності частини педагогічного складу, а також потреба у формуванні нових педагогічних стратегій, які б відповідали викликам цифрового навчального середовища. Крім того, у процесі цифрового навчання часто фіксується зниження рівня емоційної залученості та міжособистісної взаємодії між викладачем і студентом, що може негативно впливати на глибину опанування складних тем, особливо таких як математичний аналіз, теорія ймовірностей чи дискретна

математика [16]. Отже, ключовим завданням у впровадженні цифрових освітніх технологій у викладання вищої математики є пошук балансу між технологічними інноваціями та збереженням педагогічної ефективності живого спілкування.

Водночас не слід повністю відмовлятися від традиційних технологій навчання, які, попри відсутність цифрових елементів, мають низку безперечних переваг, зокрема системність і логічну послідовність подачі матеріалу, чітко організовану структуру занять, емоційний вплив особистості викладача на навчальну мотивацію студентів, а також економічну ефективність у контексті масового навчання [14, с. 63]. Тому оптимальним підходом до викладання вищої математики студентам ІТ-спеціальностей в умовах цифровізації освіти є гармонійне поєднання новітніх цифрових інструментів із традиційними методами педагогічного впливу, що дозволяє максимально ефективно формувати математичну компетентність майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій.

Висновки. Вивчено ключові фактори, що впливають на ефективність цифрового навчання, зокрема застосування гібридних форм освітнього процесу та виділено сильні та слабкі сторони застосування цифрових технологій у викладанні вищої математики для студентів спеціальностей у сфері інформаційних технологій. Досліджено ефективність використання цифрових платформ у викладанні математичних дисциплін та підтверджено їхню здатність адаптувати матеріали до рівня підготовки кожного студента, забезпечувати оперативний зворотний зв'язок і сприяти реалізації принципів інклюзивної освіти. Обґрунтовано переваги змішаних (гібридних) моделей навчання, де цифрові інструменти поєднуються з традиційними методами. Такий підхід дозволяє зберігати важливу роль педагога, одночасно

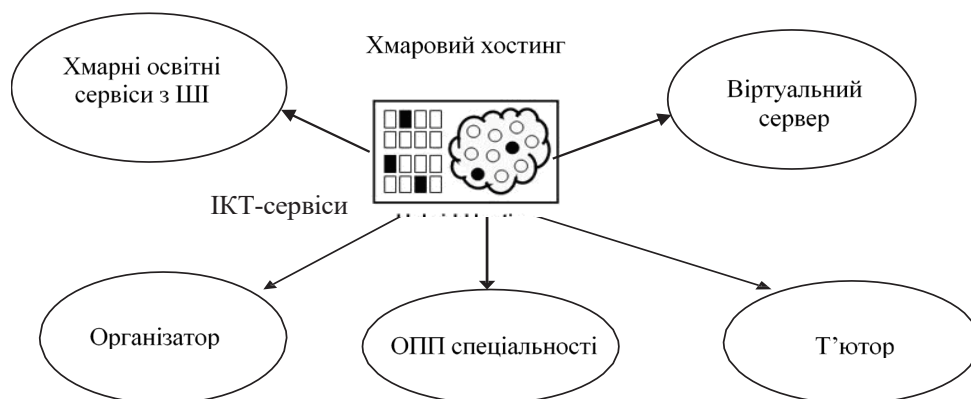


Рис. 3. Інтегрована гібридна модель хмароорієнтованого навчально-дослідного середовища закладу вищої освіти в умовах цифровізації (розроблено авторами)

Таблиця 1

Переваги та недоліки використання цифрових платформ у викладанні вищої математики спеціальності «Інформаційні технології» (сформовано авторами)

Переваги	Недоліки
Забезпечення доступності навчальних ресурсів: Цифрові платформи надають студентам ІТ-напрямів доступ до матеріалів з вищої математики в будь-який час і з будь-якого місця, що сприяє ефективному дистанційному навчанню	Обмеження прямого спілкування: Онлайн-формат може ускладнювати взаємодію між викладачем і студентами, що впливає на засвоєння складних математичних концепцій
Гнучкість у плануванні навчання: Студенти можуть самостійно регулювати темп вивчення, повторювати складні розділи вищої математики або пропускати вже засвоєні теми	Технічні виклики: Стабільне інтернет-з'єднання та сучасне обладнання є обов'язковими; можливі збої в роботі платформ
Персоналізація навчального процесу: Адаптивні системи враховують рівень знань студентів ІТ-спеціальностей, пропонуючи індивідуальні завдання з вищої математики	Високі вимоги до самодисципліни: Студенти повинні бути мотивованими та організованими для самостійного вивчення математичних дисциплін
Інтерактивність та залученість: Використання відеолекцій, симуляцій і тестів підвищує інтерес до вищої математики та мотивацію студентів ІТ-напрямів	Необхідність освоєння нових технологій: Викладачі та студенти можуть стикатися з труднощами при вивченні цифрових інструментів для навчання математики

Таблиця 2

Рекомендації щодо ефективного впровадження цифрових платформ у викладанні вищої математики спеціальності «Інформаційні технології» (сформовано авторами)

Рекомендація	Опис	Приклад цифрової платформи
1. Застосування змішаних моделей навчання	Поєднання традиційних методів викладання вищої математики з цифровими інструментами для студентів ІТ-напрямів забезпечує гнучкість, персоналізацію та оптимальні результати. Змішане навчання дозволяє інтегрувати очні заняття з дистанційними форматами.	Khan Academy: Некомерційна освітня платформа, що пропонує безкоштовні курси з вищої математики, інтерактивні вправи та відеоуроки. Підтримує персоналізоване навчання та адаптацію до рівня студента
2. Забезпечення технічної підтримки	Надання студентам і викладачам доступу до обладнання, програмного забезпечення та оперативної технічної підтримки для безперебійного використання цифрових платформ у навчанні вищої математики.	Coursera: Міжнародна платформа з курсами від провідних університетів світу, включаючи спеціалізовані програми з математики для ІТ-напрямів. Надає доступ до лекцій, завдань і сертифікатів
3. Навчання викладачів і студентів	Організація тренінгів і семінарів з використання цифрових інструментів для підвищення цифрової грамотності викладачів і студентів ІТ-напрямів, що сприяє ефективному освоєнню вищої математики.	edX: Платформа, створена МІТ і Гарвардом, що пропонує курси з вищої математики, програмування та інших дисциплін. Підтримує інтерактивні лабораторії та інструменти для змішаного навчання.
4. Постійний моніторинг і оцінка ефективності	Регулярний аналіз прогресу студентів і коригування навчального процесу з вищої математики на основі даних цифрових платформ для підвищення якості освіти в умовах цифровізації.	Wolfram Alpha: Обчислювальна платформа, що дозволяє розв'язувати складні математичні задачі, створювати візуалізації та перевіряти рішення. Широко використовується студентами ІТ-напрямів для роботи з алгеброю, аналізом і статистикою

використовуючи потенціал сучасних технологій для підвищення якості освіти.

Розроблено загальну модель інтерактивного цифрового навчання вищої математики, яка передбачає застосування мультимедійних презентацій, комп'ютерних симуляцій, адаптивних навчальних систем та віртуальних лабораторій разом із класичними формами проведення лекцій і практичних занять. Запропоновано конкретні рекомендації щодо ефек-

тивного впровадження цифрових технологій у процес викладання математики студентам ІТ-спеціальностей: організація спецкурсів для педагогів з оволодіння цифровими інструментами; створення служб технічної підтримки у закладах вищої освіти; регулярний аналіз результативності використовуваних цифрових рішень; адаптація навчального контенту для студентів з особливими освітніми потребами; розвиток цифрової інфраструктури закладів.

Список літератури:

1. Геревенко А. М., Ільїна Т. В., Ібрагімова Л. А. Використання цифрових платформ для підвищення якості професійної освіти. *Академічні візії*. 2024. № 31. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11442893>
2. Гуржій А. М., Глазунова О. Г., Волошина Т. В. Цифровий навчальний контент для системи відкритої освіти: Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2020. 268 с.
3. Кіяновська Н. М., Рашевська Н. В. Аналіз, особливості та вимоги до деяких методів навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики*. 2015. Т. 13, № 2. С. 9–22. DOI: <https://doi.org/10.55056/tmn.v13i2.762>
4. Клеопа І. А., Тютюнник О. І., Крупський Я. В., Добранюк Ю. В. Особливості використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у вищій математичній освіті. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. № 72. С. 113–124. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-113-124>
5. Ковальчук М. Б. Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2020. 348 с.
6. Македон В. В., Валіков В. П., Кошляк Є. Є. Світовий ринок праці в координатах цифрової економіки. *Академічний огляд*. 2020. № 1 (52). С. 91-107. DOI: [10.32342/2074-5354-2020-1-52-9](https://doi.org/10.32342/2074-5354-2020-1-52-9).
7. Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2023. Том 38. № 1. С. 48–53. DOI: [10.31110/2413-1571-2023-038-1-007](https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007).
8. МОН України. Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН запрошує до громадського обговорення. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-naukimonzaproshuye-dogromadskogo-obgovorennya>
9. Насонова С. Сучасний підхід до викладання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах. *Перспективи Та Інновації Науки*. 2022. № 1 (6). URL: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-1\(6\)-284-293](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-1(6)-284-293)
10. Новицкая Л. М. Математична підготовка майбутніх бакалаврів із комп'ютерних наук в аграрному університеті. *Молодь і ринок*. 2024. № 9 (229). С. 133–137. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.300096>.
11. Потапова О. М., Олексенко В. М., Петрина Я. Д. Сучасні підходи до викладання математичних дисциплін у вищій школі. *Інноваційна педагогіка*. 2025. Вип. 79, Т. 2. С. 154–160. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2025/79.2.30>
12. Сиваш С. В., Соколовська Г. В. Особливості викладання вищої математики у технічному університеті в сучасних умовах. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 9 (23). С. 437–450. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-9\(23\)-437-450](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-9(23)-437-450)
13. Суліма О. В. Особливості викладання вищої математики для студентів інженерних спеціальностей в технічному університеті в умовах війни. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасної науки, освіти та технологій»*. Рига: Baltija Publishing, 2025. С. 203–208. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-522-8-48>.
14. Чорна І., Мельничук Л., Татарин О. Використання інтерактивних технологій в освітньому процесі під час викладання природничо-математичних дисциплін. *Молодий Вчений*. 2022. № 6 (106). С. 61–64. URL: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-6-106-13>
15. Шищенко І. Деякі аспекти впливу цифрових технологій на освітній процес закладів вищої освіти: огляд проблем та викликів. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. № 10 (5). С. 42–47. DOI: [10.31110/2616-650X-vol10i5-006](https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i5-006)
16. Bobro N. The use of artificial intelligence in the organization of the educational process in a digital educational environment. *Social Science and Humanities Journal*. 2024. № 08 (02). P. 34586–34589. DOI: [10.18535/sshj.v8i03.945](https://doi.org/10.18535/sshj.v8i03.945).
17. Chaka C. Fourth industrial revolution—a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTeL)*. 2023. 18 (2). URL: <http://rptel.apsce.net/index.php/RPTeL/article/view/2023-18002>.
18. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. No 2 (13 (128)). P. 47–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>.
19. Sikora Ya., Skorobahatska O., Lykhodieieva H., Maksymenko A., Tsekhmister Y. Informatization and digitization of the educational process in higher education: main directions, challenges of the time. *Revista Eduweb*. 2023. Vol. 17. No 2. P. 244–256. DOI: <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.02.21>.

Yaretska N.O., Ramskyi A.O., Poplavska O.A. FEATURES OF TEACHING HIGHER MATHEMATICS TO STUDENTS OF THE FIELD OF KNOWLEDGE “INFORMATION TECHNOLOGY” IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF EDUCATION

The article is devoted to the issues of improving the methodology of teaching higher mathematics for students of the field of knowledge “Information Technologies” in the conditions of digitalization of education, which accompanies the transformation of the educational space of Ukraine. It was found that the reduction in the number of classroom hours provided for the study of higher mathematics, combined with the complexity of the abstract content of the educational material, creates a challenge for teachers to effectively organize the educational process, and for students – complicates the in-depth mastery of basic mathematical concepts. The domestic and foreign experience of using digital educational technologies is analyzed, which indicates the growing importance of adaptive learning, automated knowledge assessment systems, multimedia platforms and massive open online courses, in particular for teaching disciplines with a high level of theoretical abstraction. The potential of using modern software products (GeoGebra, Mathematica, Maple, MathCAD), which allow for interactive mathematical constructions, modeling and analytical calculations, is assessed. The effectiveness of blended learning models that combine the advantages of distance and traditional formats is substantiated, contributing to the individualization of the educational trajectory, increasing motivation and mastering complex mathematical material. At the same time, the need to overcome the challenges of digitalization is emphasized, in particular, the low level of digital literacy of some participants in the educational process, the lack of technical resources, insufficient adaptation of educational platforms to an inclusive environment, as well as the reduction of emotional interaction in the process of online learning. A model of interactive learning using multimedia presentations, task generators and cloud-based services has been developed, which allows implementing the concept of digital transformation of mathematical education at a technical university. Comprehensive measures are proposed to integrate digital platforms into the educational process, including teacher training, providing technical support, organizing accompanying training for applicants and constant monitoring of the effectiveness of the technologies used.

Key words: higher mathematics, digitalization of education, information technologies, blended learning, digital platforms, mathematical training.