

УДК 004:510

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-8\(36\)-1103-1114](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-8(36)-1103-1114)

Огірко Ольга Ігорівна кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційного та аналітичного забезпечення діяльності правоохоронних органів, Львівський державний університету внутрішніх справ, вул. Городоцька, 29, м. Львів, <https://orcid.org/0000-0002-4645-7933>

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПРИ ВИВЧЕНІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. Сучасний ринок праці створює високу конкуренцію у застосуванні наукових знань, інженерних методів та технічних процесів для розробки, вдосконалення, оптимізації та впровадження технологічних процесів у різних галузях виробництва. Однією з умов соціального та економічного зростання країни є інвестиції в освіту. Суспільний запит до вищої школи відображає потребу в кваліфікованих фахівцях, здатних швидко орієнтуватися в умовах ринкової економіки, професійно мобільних та компетентних у своїй галузі. В освітньому середовищі важливо розвивати систему соціальних, культурних та професійних компетентностей, які сприятимуть формуванню корпоративної культури, соціальної свободи та ставлення до обраної професії серед нового покоління фахівців.

Велика увага у закладах вищої освіти приділяється вивченню вищої математики, яка сприяє формуванню широкого спектра компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності та розвитку критичного мислення. Компетентності з вищої математики потрібні для: моделювання і аналізу складних проблем, проектування і оптимізація технічних систем, аналізу даних, обробка і інтерпретація великих обсягів інформації, прогнозування і управління інвестиціями, розробка алгоритмів і криптографії, моделювання ситуацій для обґрунтованих рішень. Використання інформаційних систем та технологій в навчальному процесі, зокрема і при викладанні вищої математики сприяє підвищенню інтелектуальної діяльності, зростанню критичного мислення, формуванню у здобувачів освіти навички особистісного розвитку та soft skills, удосконаленню творчих та лідерських здібностей.

Статтю присвячено дослідженню формуванню компетентностей при вивченні вищої математики, обґрунтовано необхідність викладання математики з використанням інформаційних систем та технологій, визначено ключові властивості інформаційних технологій та напрямки розвитку сучасних інформаційних систем в освітньому процесі.

Ключові слова: інформаційні технології, вища математика, комп'ютерні системи.

Ohirko Olha Ihorivna PhD (Technics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information and Analytical Support of Law Enforcement Agencies, Lviv State University of Internal Affairs, St. Horodotska, 29, Lviv, <https://orcid.org/0000-0002-4645-7933>

THE INFLUENCE OF INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE FORMATION OF COMPETENCES IN THE STUDY OF HIGHER MATHEMATICS IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Abstract. The modern labor market creates high competition in the application of scientific knowledge, engineering methods and technical processes for the development, improvement, optimization and implementation of technological processes in various branches of production. One of the conditions for social and economic growth of the country is investment in education. Public demand for higher education reflects the need for qualified specialists who are able to quickly navigate the conditions of the market economy, professionally mobile and competent in their field. In the educational environment, it is important to develop a system of social, cultural and professional competencies that will contribute to the formation of corporate culture, social freedom and attitude to the chosen profession among the new generation of specialists.

A lot of attention in institutions of higher education is paid to the study of higher mathematics, which contributes to the formation of a wide range of competencies necessary for successful professional activity and the development of critical thinking. Competencies in higher mathematics are required for: modeling and analysis of complex problems, design and optimization of technical systems, data analysis, processing and interpretation of large volumes of information, forecasting and investment management, development of algorithms and cryptography, modeling of situations for informed decisions. The use of information systems and technologies in the educational process, in particular, in the teaching of higher mathematics contributes to the increase of intellectual activity, the growth of critical thinking, the formation of personal development skills and soft skills in students, and the improvement of creative and leadership abilities.

The article is devoted to the study of the formation of competences in the study of higher mathematics, the necessity of teaching mathematics using information systems and technologies is substantiated, the key properties of information technologies and the directions of development of modern information systems in the educational process are determined.

Keywords: information technologies, higher mathematics, computer systems.

Постановка проблеми. Вивчення навчальної дисципліни «Вища математика» відіграє важливу роль при здобутті вищої освіти, оскільки сприяє розвитку аналітичного та критичного мислення, підготовлює здобувачів освіти до проведення наукових і технічних досліджень. Вона є основою для багатьох міждисциплінарних галузей, що забезпечують інтеграцію знань з різних предметів. Знання з вищої математики також розвиває практичні навички, необхідні для вирішення практичних завдань, стимулює інновації, допомагаючи в розробці нових технологій і методик.

Згідно Стратегій Розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2032 роки [1] «До професії майбутнього за оцінками світових експертів, оприлюднених Forbes, BBC, Trade Schools Colleges, та експертів дослідницької групи «Digitale Transformation» науково-дослідного інституту майбутніх трудових відносин (м. Бонн), відносять.

— технології майбутнього: архітектор територій; фахівець з робото-техніки; інженер-проектувальник різного профілю; фахівець з 3Dдруку; розробник, диспетчер безпілотних апаратів; космогеолог;

— ІТ-технології і дані: проектувальних «розумного середовища», «розумних будівель»; програміст; аналітик даних; фахівець, аналітик з кібербезпеки; розробник технологій блокчейн; розробник віртуальної, доповненої реальності; фахівець з цифрового контенту; цифровий лінгвіст;

— екологізація виробництва та життя: екоаналітик у будівництві; фахівець з альтернативної (сонячної, вітрової тощо) енергетики».

Таким чином, перед ЗВО постає завдання у підготовці висококваліфікованих фахівців, які вмітимуть проектувати, впроваджувати нову техніку і технології з урахуванням викликів сучасності. Опанування науково-дослідницьких методів для розв'язання виробничих задач, участь у винахідницькій діяльності та здатність враховувати технічний прогрес і розвиток потреб вимагають новаторського підходу в інженерній діяльності. Для цього необхідні глибокі знання з вищої математики, які дозволяють ефективно використовувати технології та техніку у своїй спеціалізації, а також володіти різноманітними формами самоосвіти.

Тому виникає необхідність дослідження впровадження та розвиток засобів інформаційних систем та технологій в процес вивчення вищої математики здобувачами вищої освіти з метою удосконалення системи освіти України та її спрямування на підготовку фахівців, здатних до швидкого сприяння науково-технічного прогресу, організації та підвищення ефективності виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням проблеми розвитку та методів використання інформаційних технологій в освіті займаються багато українських та зарубіжних науковців.

Теоретичні аспекти використання інформаційно-комунікаційних технологій в процесі навчання описані у працях українських вчених, зокрема таких, як Є. Долинський, І. Огірко, В. Осадчий, Л. Сидорчук, та М. Жалдак.

На думку вченого Мирослава Жалдака [2] «широке використання сучасних інформаційних систем та технологій в освітньому процесі дає можливість розкрити значний потенціал всіх дисциплін, сприяючи формуванню наукового світогляду, розвитку аналітичного і творчого мислення, а також суспільної свідомості і усвідомленого ставлення до навколишнього світу».

Методи інтеграції інформаційних технологій у вивчення вищої математики розглядається у роботах К. Власенко[3], Ю. Горошка, В. Клочка, О. Співаковського.

В зарубіжній науці важливими є дослідження К. Блертона (C. Blurton), Л. Ларсона (L. Larson), які описують історію та сучасний стан використання інформаційно комунікаційних технологій в освіті, а також роботи Дж. Вавріка (J. Wavrik) [4], Дж. Енгельбрехта (J. Engelbrecht) [5], Дж. Панкіна (J. Pankin) [6], Р. Пеа (R. Pea), Дж. Харві (J. Harvey), що фокусуються на застосуванні інформаційних технологій для навчання математики здобувачів освіти інженерних спеціальностей. Дослідження Д. Меріно (D. Merino) [7], Б. Хана (B. Khan, Дж. Ітмазі (J. Itmazi) [8], Дж. Гамільтона (J. Hamilton) [9], Дж. Прадоса (J. Prados) також роблять вагомий внесок у цю область.

Меттою статті є дослідження впливу інформаційних систем і технологій на формування компетентностей при вивченні вищої математики у закладах вищої освіти, а також у дослідженні зарубіжного досвіду щодо їхньої ефективності у модернізації навчальних процесів та підвищенні якості математичної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Навчальна дисципліна «Вища математика» є обов'язковою для багатьох спеціальностей, серед яких:

1. *Управління та адміністрування:* фінанси, облік і оподаткування, банківська справа, менеджмент, маркетинг, торгівля.
2. *Природничі науки:* фізика, хімія, біологія, геофізика, екологія.
3. *Математика та статистика.*
4. *Інформаційні технології:* комп'ютерні науки, інженерія програмного забезпечення, системний аналіз, кібербезпека та захист інформації, інформаційні системи та технології.
5. *Механічна інженерія:* галузеве машинобудування, авіаційна та ракетно-космічна техніка, суднобудування, металургія.
6. *Електрична інженерія:* електроенергетика, атомна енергетика, теплоенергетика
7. *Хімічна інженерія та біоінженерія:* хімічні технології та інженерія, біотехнології та біоінженерія, біомедична інженерія.

8. *Електроніка, автоматизація та електронні комунікації*: електроніка, авіоніка, автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, мікро- та наносистемна техніка.

9. *Виробництво та технології*: харчові технології, нафтогазова інженерія та технології, видавництво та поліграфія, деревообробні та меблеві технології.

10. *Архітектура та будівництво*: будівництво та цивільна інженерія, геодезія та землеустрій.

11. *Аграрні науки та продовольство*: технології виробництва і переробки продукції, лісове господарство, агроінженерія.

12. *Військові науки*.

13. *Транспорт*: авіаційний транспорт, залізничний транспорт, автомобільний транспорт, транспортні технології.

14. *Міжнародні відносини*: міжнародні економічні відносини.

Всі ці спеціальності потребують знань з вищої математики для розуміння теоретичних основ, моделювання процесів та вирішення професійних завдань.

Вища математика формує такі компетентності, як аналітичне мислення, що допомагає логічно аналізувати і розв'язувати складні задачі, критичне мислення, яке виробляє вміння оцінювати інформацію та робити обґрунтовані висновки, проблемне вирішення, що покращує навички знаходити рішення для теоретичних і практичних задач, створювати математичні моделі для реальних явищ і процесів, вміння працювати з точними даними та деталями, самостійно освоювати нові знання і технології, інноваційність, що дозволяє застосування новаторських підходів у науковій і професійній діяльності, а також інтегрувати знання з різних галузей для вирішення комплексних проблем.

Аналіз, освітньо-професійних програм, які оприлюднені на сайтах навчальних закладів в Україні, показав наявність різних комбінацій компетентностей та програмних результатів навчання, які мають бути сформовані у здобувачів вищої освіти після вивчення навчальної дисципліни «Вища математика» (див. табл. 1).

Таблиця 1.

**Компетентності та програмні результати, які формуються
навчальною дисципліною «Вища математика»**

Заклад вищої освіти	Спеціальність/ОПП	Компетентності	Результати навчання
1	2	3	4
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» [10]	Прикладне матеріалознавство, новітні технології та комп'ютерний дизайн матеріалів	ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Здатність планувати та управляти часом. ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації	РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі. РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.
Національний університет водного господарства та природокористування [11]	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика	К10. Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми. К16. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні виробництв біотехнологічних продуктів рівного призначення (промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського, тощо).	ПР01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. ПР22. Вміти враховувати соціальні, етичні, екологічні економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» [12]	Екологія	ЗК01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності; фахових: ФК15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук; ФК16. Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук; ФК18. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю; ФК20. Здатність проводити моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища	ПР02. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування; ПР04. Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки; ПР05. Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля; ПР09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення; ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництва на навколишнє середовище; ПР12. Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поведінку з виробничими та муніципальними відходами; ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
ДУ «Житомирська політехніка» [13]	Прикладна механіка	ЗК 2. Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 3. Здатність навчатися та оволодівати сучасними знаннями. ЗК 9. Здатність абстрактно мислити, генерувати нові ідеї. ЗК 10. Здатність до аналізу та синтезу ФК 1. Здатність застосовувати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування. ФК 2. Здатність застосовувати знання і розуміння фундаментальних наукових фактів, концепцій, теорій, принципів ФК 3. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для вирішення інженерних завдань галузевого машинобудування.	ПРН 1. Здатність демонструвати знання і розуміння засад фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування. ПРН 5. Здатність використовувати отримані знання в аналізованні інженерних об'єктів, процесів та методів. ПРН 7. Здатність експериментувати та аналізувати дані. ПРН 10. Здатність поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання. ПРН 19. Здатність розуміти потребу самостійно навчатися впродовж життя.
НУ «Запорізька політехніка» [14]	125 «Кібербезпека», 172 «Електронні комунікації та радіотехніка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», 175 «Інформаційно-вимірювальні технології», 176 «Мікро- та наносистемна техніка»	ЗК1 Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях, ЗК5 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації ЗК8 Здатність використовувати знання базових розділів фізики і математики в обсязі, необхідному для засвоєння фахових дисциплін.	РН3 використовувати результати самостійного пошуку, аналізу та синтезу інформації з різних джерел для ефективного рішення спеціалізованих задач професійної діяльності, РН4 аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов, відповідати за прийняті рішення, РН38 інтерпретувати результати проведення спеціальних вимірювань з використанням технічних засобів, контролю характеристик інформаційно-телекомунікаційних систем відповідно до вимог нормативних документів системи технічного захисту інформації.

Система вищої освіти в Україні змінюється та адаптується до нової моделі освітнього процесу з впровадженням сучасних технологій. Інформаційні технології дають альтернативні методи навчання, створюють додаткові можливості для впровадження інновацій та підвищують зацікавленість молоді до навчання.

Використання інформаційних систем та технологій в процесі вивчення «Вищої математики» значно розширює можливості навчання, роблячи його більш ефективним, інтерактивним та адаптивним, що сприяє формуванню високого рівня компетентностей у здобувачів вищої освіти рис 1.

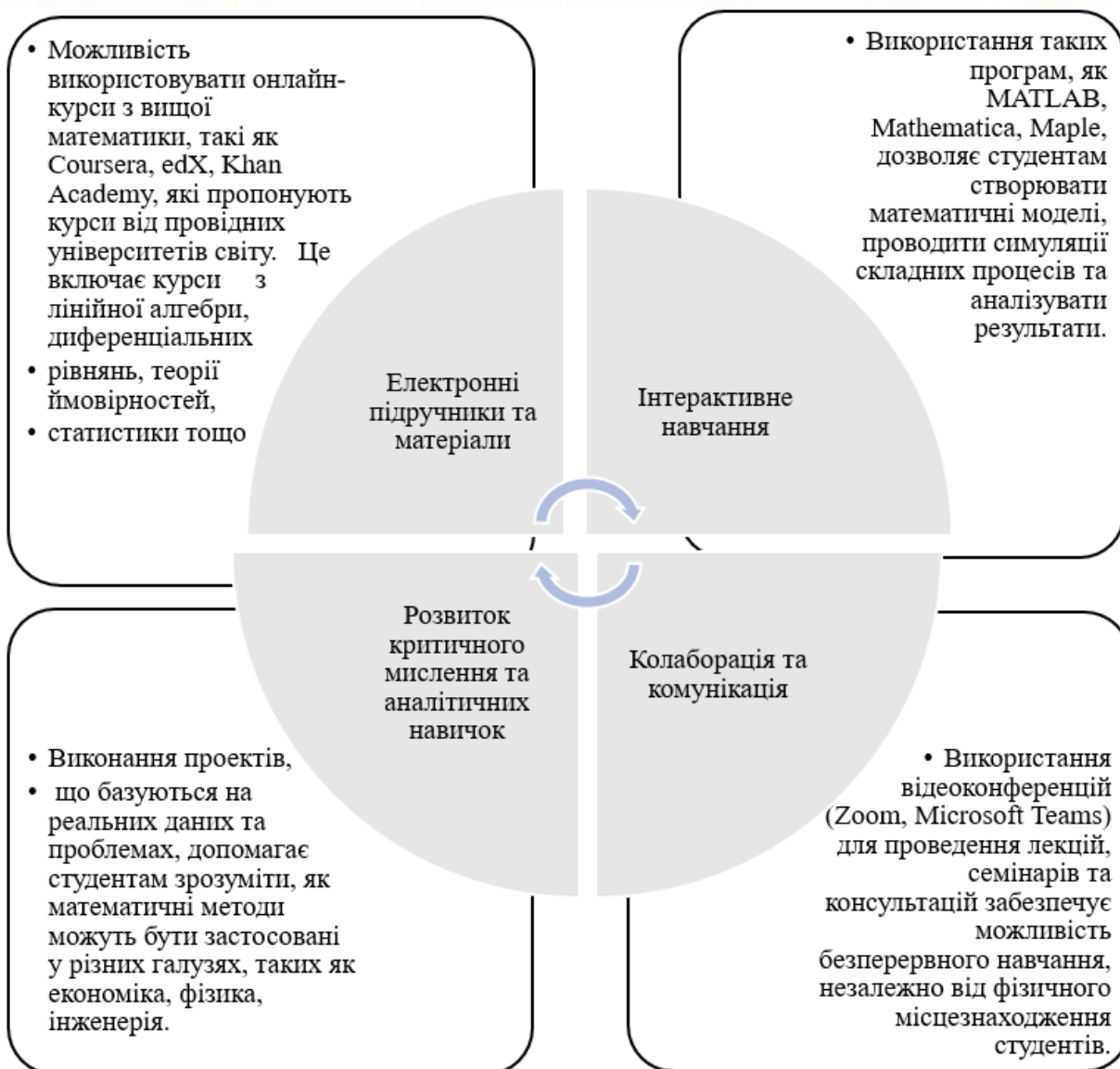


Рис. 1 Аспекти впливу інформаційних технологій на формування компетентностей.

З рис.1 видно, що інформаційні технології відіграють важливу роль у формуванні компетентностей студентів при вивченні вищої математики у закладах вищої освіти. Інформаційні технології розширюють можливості для самостійного навчання, дозволяючи студентам отримувати доступ до широкого спектру навчальних ресурсів та інструментів для самоосвіти. Це стимулює їх до постійного розвитку та вдосконалення своїх знань і навичок, що є важливою складовою професійної компетентності.

Використання сучасних інформаційних систем та технологій значно покращує аналітичне і критичне мислення студентів, дозволяючи їм більш ефективно розв'язувати складні математичні задачі і моделювати реальні процеси. Завдяки інтерактивним навчальним платформам, таким як MathCAD,

MATLAB, Mathematica та GeoGebra, студенти отримують можливість візуалізувати складні математичні концепції, що сприяє кращому розумінню матеріалу та розвитку абстрактного мислення (рис 2).

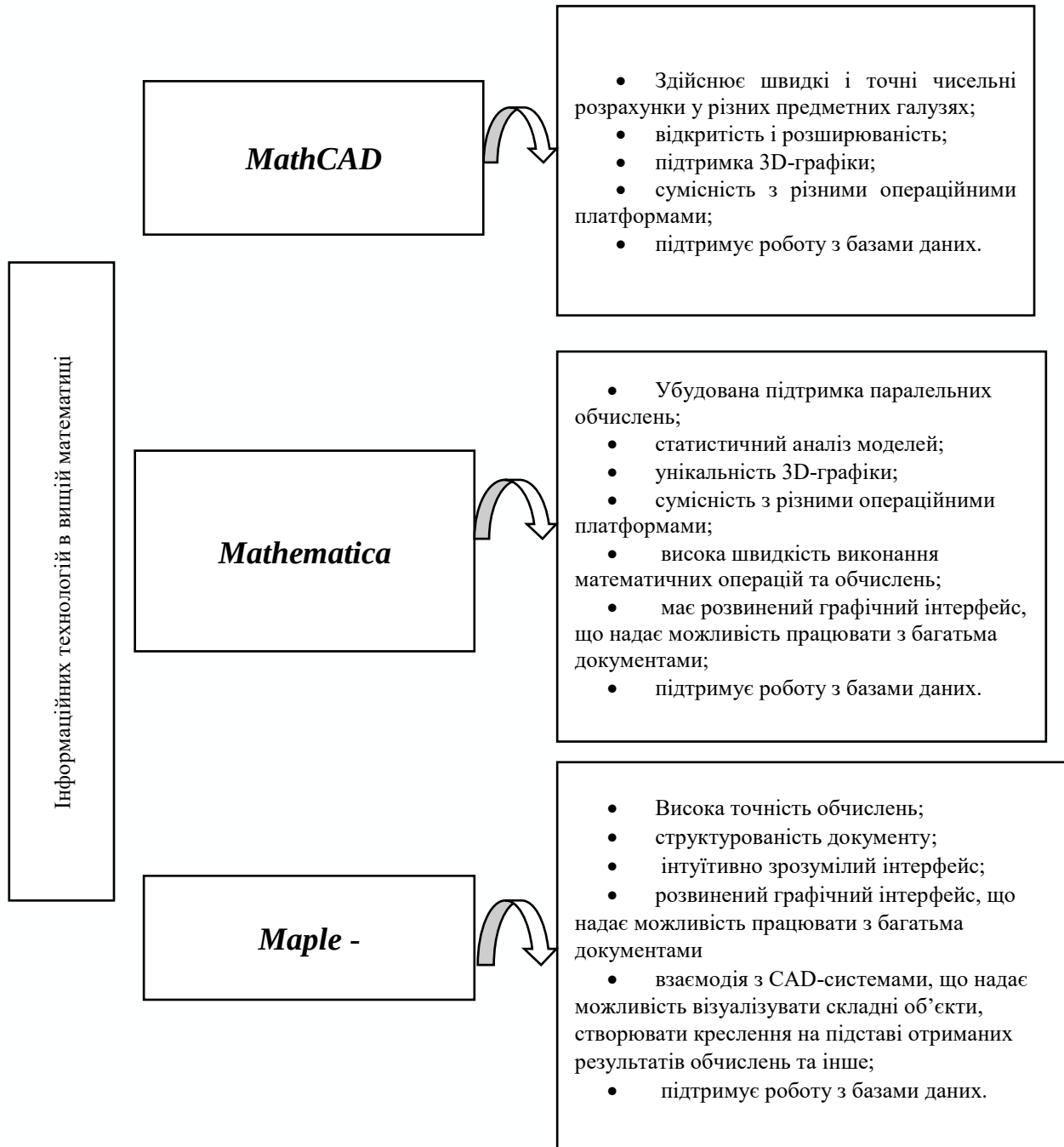


Рис. 2 Сучасні інформаційних технологій для проведення занять з вищої математики

Віртуальні лабораторії та симуляції забезпечують практичне застосування математичних теорій в умовах, наближених до реальних, що підвищує практичну компетентність студентів. Це дозволяє їм не лише засвоювати

теоретичні знання, але й застосовувати їх у професійній діяльності. Інформаційні технології також забезпечують персоналізований підхід до навчання через аналіз великих даних та адаптивні навчальні платформи, які відстежують прогрес студентів і адаптують навчальні матеріали відповідно до їхніх потреб.

Крім того, інформаційні технології сприяють покращенню співпраці між студентами та викладачами. Завдяки платформам для спільної роботи і комунікації студенти можуть обговорювати математичні проблеми, обмінюватися ідеями та отримувати зворотний зв'язок, що розвиває їхні комунікативні навички і здатність до колективного вирішення задач. Це також сприяє формуванню суспільної свідомості та усвідомленого ставлення до навколишнього світу.

Проаналізувавши українські [2, 3, 14, 15] та зарубіжні досліджень [4-9] з використання інформаційних технологій в освітньому процесі та врахувавши переваги відомих комп'ютерних систем (рис.2), продемонстровано застосування відповідного забезпечення у розділах вищої математики (таблиця 2).

Таблиця 2.

Використання інформаційного забезпечення при вивченні вищої математики

№ п/п	Розділ	Загальне інформаційне забезпечення	Спеціальне інформаційне забезпечення
1.	Лінійна алгебра	Сайти Google, GoogleDocs, DropBox, Piazza, Moodle, Wolfram Alpha, YouTube,	MathCad, MATLAB
2.	Векторна алгебра		GeoGebra,
3.	Аналітична геометрія		Maple, MathCad, Mathematica
4.	Функція. Границя і неперервність		Maple, MathCad
5.	Диференціальне числення функції однієї змінної		Maple
6.	Інтегральне числення функції однієї змінної		MathCad, Maple
7.	Функції багатьох змінних		Maple, GeoGebra,
8.	Диференціальні рівняння		MathCad
9.	Кратні інтеграли		MathCad
10.	Ряди		MathCad

Висновки. Таким чином, дослідження показало, що впровадження інформаційних технологій у навчальний процес суттєво впливає на формування компетентностей при вивченні вищої математики у закладах вищої освіти. Встановлено, що використання сучасних комп'ютерних систем та інтерактивних навчальних платформ підвищує ефективність засвоєння

математичних знань, сприяє розвитку аналітичного та критичного мислення, покращує навички розв'язання задач і математичного моделювання. Інформаційні технології забезпечують індивідуальний підхід до навчання, дозволяють здобувачам вищої освіти отримувати доступ до широкого спектру ресурсів для самостійного навчання та підвищують їхню зацікавленість у навчанні. Вони також сприяють покращенню комунікації та співпраці між здобувачами та викладачами, що є важливим для формування суспільної свідомості та професійної компетентності. Інтеграція інформаційних технологій у навчання вищої математики є ключовим фактором у підвищенні якості освіти та підготовці висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно працювати в умовах сучасного інформаційного суспільства.

Література:

1. МОН України. Проект Стратегії розвитку вищої освіти України на 2021-2031 роки. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlyagromadskogo-obgovorennya-proyekt-strategiyi-rozvitkuvishoyi-osviti-ukrayini>
2. Жалдак М., Лапінський В., Шут М. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики : навчально-методичний посібник. К. Шкільний світ, 2006. 96с.
3. Власенко, К. В. Теоретичні й методичні аспекти навчання вищої математики з використанням інформаційних технологій в інженерній машинобудівній школі: Монографія." *Донецьк: «Ноулідж»(донецьке відділення)* (2011).
4. Wavrik J. J. Computers and the Multiplicity of Polynomial Roots / John J. Wavrik // The American Mathematical Monthly : An official journal of the Mathematical Association of America. – 1982. – Vol. 89, No. 1. – P. 34-36, 45-56
5. Engelbrecht J. Teaching Undergraduate Mathematics on the Internet / Johann Engelbrecht, Ansie Harding // Journal of Online Mathematics and its Applications, 2005. – №(58)2. – P. 235-276.
6. Pankin J. Blended Learning at MIT [Electronic resource] / Jeff Pankin, John Roberts, Mike Savio // MIT Training & development. – Cambridge : Training & development at MIT, 2012. – Access mode : http://web.mit.edu/training/trainers/resources/blended_learning_at_mit.pdf
7. Merino D. N. Evaluating the Effectiveness of Computer Tutorials Versus Traditional Lecturing in Accounting Topics / Donald N. Merino, Kate D. Abel // Journal of Engineering Education. – 2003. – April. – P. 189-194
8. Itmazi J. Comparison and evaluation of Open source learning managment systems [Electronic resource] / Itmazi Jamil Ahmad, Gea M. M., Paderewski P. and Gutierrez F. L // A IADIS International Conference - Applied Computing. – 2005. Algarve, Portugal. 22-25 Feb. – Access mode : http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200501c014.pdf
9. Hamilton J. The Engineering Profession : A comparison between the operation of the engineering profession in the United Kingdom and other countries / Sir James Hamilton. – Engineering Council, November 2000. – 83 p
10. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» <https://web.kpi.kharkov.ua/vm/osvita/robocha-programa/>
11. Національний університет водного господарства та природокористування <https://er3.nuwm.edu.ua/22147/1/04-02-18S.pdf>
12. Київський національний університет імені Тараса Шевченка Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» https://biomed.knu.ua/images/stories/Napryamy_pidgotovky/Ekologiya/Navchalni_dyscypliny/Bacalavr/2023/2023_Vyshcha_math.pdf

13. Державний університет «Житомирська політехніка» <https://learn.ztu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=166011>

14. НУ «Запорізька політехніка» <https://learn.ztu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=166011>

15. Огірко О. І. Використання віртуальних технологій та технологій доповненої реальності в освітньому процесі. *Інформаційні технології в освіті та практиці*: матеріали Всеукраїнської науковопрактичної конференції. Львів: ЛьвДУВС, 2020. С. 36-38.

References:

1. MON Ukraïni. Proekt Strategii rozvitku vishhoï osviti Ukraïni na 2021-2031 roki [MES of Ukraine. Project of the Strategy for the Development of Higher Education of Ukraine for 2021-2031]. *mon.gov.ua* Retrieved from <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-dlyagromadskogo-obgovorennya-projekt-strategiyi-rozvitkuvishoyi-osviti-ukrayini> [in Ukrainian].

2. Zhaldak, M., Lapins'kij, V., Shut, M. (2009). Komp'juterno-orientovani zasobi navchannja matematiki, fiziki, informatiki [Computer-oriented teaching aids in mathematics, physics, computer science]. K. Shkil'nij svit [in Ukrainian].

3. Vlasenko, K. V. (2011). *Teoretichni j metodichni aspekti navchannja vishhoï matematiki z vikoristannjam informacijnih tehnologij v inzhenernij mashinobudivnij shkoli* [Theoretical and methodical aspects of teaching higher mathematics with the use of information technologies in the mechanical engineering school]. Donec'k: «Noulidzh» (donec'ke viddilennja) [in Ukrainian].

4. Wavrik, J. J. (1982). Computers and the Multiplicity of Polynomial Roots. *The American Mathematical Monthly* : An official journal of the Mathematical Association of American, 89, 1, 34-36, 45-56 [in English].

5. Engelbrecht, J. (2005). Teaching Undergraduate Mathematics on the Internet. *Journal of Online Mathematics and its Applications*, (58)2, 235-276 [in English].

6. Pankin, J. (2012). *Blended Learning at MIT*. Cambridge : Training & development at MIT. Retrieved from http://web.mit.edu/training/trainers/resources/blended_learning_at_mit.pdf [in English].

7. Merino, D. N. (2003). Evaluating the Effectiveness of Computer Tutorials Versus Traditional Lecturing in Accounting Topics. *Journal of Engineering Education*, 189-194 [in English].

8. Itmazi, J. (2005). Comparison and evaluation of Open source learning management systems. Retrieved from http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200501c014.pdf [in English].

9. Hamilton, J. (2000). *The Engineering Profession : A comparison between the operation of the engineering profession in the United Kingdom and other countries*. Engineering Council, November [in English].

10. Nacional'nij tehničnij universitet «Harkivs'kij politehničnij institut» [National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"]. *web.kpi.kharkov.ua* Retrieved from <https://web.kpi.kharkov.ua/vm/osvita/robocha-programa/> [in Ukrainian].

11. Nacional'nij universitet vodnogo gospodarstva ta prirodozoristuvannja [National University of Water Management and Nature Management]. *ep3.nuwm.edu.ua* Retrieved from <https://ep3.nuwm.edu.ua/22147/1/04-02-18S.pdf> [in Ukrainian].

12. Kiïvs'kij nacional'nij universitet imeni Tarasa Shevchenka Navchal'no-naukovij centr «Institut biologii ta medicini» [Taras Shevchenko Kyiv National University Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine"]. *biomed.knu.ua* Retrieved from https://biomed.knu.ua/images/stories/Napryamy_pidgotovky/Ekologiya/Navchalni_dyscypliny/Bacalavr/2023/2023_Vyshcha_math.pdf [in Ukrainian].

13. Derzhavnij universitet «Zhitomir'ska politehnika» [Zhytomyr Polytechnic State University]. *learn.ztu.edu.ua* Retrieved from <https://learn.ztu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=166011> [in Ukrainian].

14. NU «Zaporiz'ka politehnika» ["Zaporizka Polytechnic"]. *learn.ztu.edu.ua* Retrieved from <https://learn.ztu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=166011> [in Ukrainian].

15. Oгірко, O. I. (2020). Viktorannja vitrual'nih tehnologij ta tehnologij dopovnenoï real'nosti v osvіtn'omu procesi [The use of virtual technology and augmented reality technology in the educational process]. *Proceedings from Vseukraïns'ka naukoivo-praktyčna konferentsiia «Informacijni tehnologij v osviti ta praktici»* – The All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Information technologies in education and practice». (pp. 36-38). L'viv: L'vDUVS [in Ukrainian].