

УДК 378.04:62:[378.147.091.39:004(51+53)

DOI <https://doi.org/10.33989/2519-8254.2026.19.363693>

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2332-6711>

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ЗДОБУВАЧАМИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Анатолій Антонець,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри будівництва та професійної освіти;
Полтавський державний аграрний університет

Сучасні процеси цифровізації освіти зумовлюють необхідність оновлення підходів до викладання фізико-математичних дисциплін у закладах вищої освіти, зокрема при підготовці здобувачів інженерно-технологічних спеціальностей. Попри наявність значної кількості досліджень, присвячених використанню інформаційно-комунікаційних технологій та Інтернет-ресурсів у навчанні, залишається недостатньо врахованою специфіка професійної підготовки майбутніх інженерів і технологів. Це зумовлює потребу в обґрунтуванні науково-методичних та психолого-педагогічних особливостей використання Інтернет-технологій у процесі вивчення фізики та вищої математики. У дослідженні використано комплекс теоретичних методів: аналіз, синтез, узагальнення та систематизацію психолого-педагогічних і науково-методичних джерел; аналіз нормативно-правових документів у сфері вищої освіти; педагогічне спостереження, анкетування, опитування та інтерв'ю здобувачів освіти й викладачів. Застосовано методи педагогічного моделювання для окреслення особливостей використання Інтернет-технологій у навчанні фізико-математичних дисциплін.

У роботі обґрунтовано дидактичні, психолого-педагогічні та методологічні особливості використання Інтернет-технологій у процесі вивчення фізики та вищої математики майбутніми інженерами та технологами. Визначено основні напрями застосування Інтернет-ресурсів у лекційній, практичній та лабораторній роботі здобувачів. Окреслено вимоги до структурування навчального контенту, форм подання матеріалу, організації зворотного зв'язку та індивідуалізації навчання. Показано потенціал освітніх платформ, систем комп'ютерної математики і мережесевих ресурсів для підвищення ефективності засвоєння фізико-математичних знань. Використання Інтернет-технологій у навчанні фізико-математичних дисциплін сприяє підвищенню мотивації здобувачів освіти, розвитку пізнавальної самостійності, формуванню професійних компетентностей і скороченню часу формування інженерно-технічних навичок. Поєднання традиційних і цифрових методів навчання сприяє індивідуалізації освітнього процесу та формує умови для впровадження інтегрованого навчання, що поєднує ІТ, математику, фізику та інженерію.

Ключові слова: *інформаційно-комунікаційні технології; вища математика; фізика; інженерна освіта.*

Постановка проблеми. Сучасний рівень інформатизації суспільства є одним із ключових показників розвитку держави та важливим чинником її економічного, політичного й військового потенціалу. Через це провідні країни світу приділяють особливу увагу створенню інформаційної індустрії та впровадженню сучасних інформаційних технологій, направляючи на ці завдання значні ресурси і зусилля. Стрімкий розвиток інформаційних

технологій суттєво вплинув на всі сфери суспільного життя, тому сучасне суспільство визначають не як індустріальне, а як інформаційне. У зв'язку з цими змінами перед системою освіти постали важливі завдання: підготовка фахівців, здатних працювати з інформаційно-комп'ютерними технологіями; адаптація населення до життя й професійної діяльності в нових умовах; а також використання потенціалу ІТ для підвищення результативності освітнього процесу. Порівняльні дослідження використання цифрових технологій в Україні та за кордоном також засвідчують необхідність посилення цифрової інфраструктури в українських ЗВО (Verbivskyi, Zhukovskyi, Usata, Fonariuk, & Humeniuk, 2024).

У провідних закладах вищої освіти, давно усвідомили потребу використання ІТ при підготовці фахівців інженерного профілю, але процес створення відповідної матеріальної бази та навчання викладачів йде досить повільно. В умовах прискореного технічного прогресу та посилення уваги до комплексу питань, пов'язаних з необхідністю інтенсифікації вітчизняних галузей інженерії та машинобудування, проблема тісного поєднання педагогічних і технічних чинників набуває дедалі більшої актуальності. Цей взаємозв'язок проявляється у процесі постійної взаємодії людини з комп'ютерними технологіями.

Одним із провідних завдань інженерної освіти є підвищення якості фізико-математичної підготовки студентів із урахуванням сучасних тенденцій розвитку та впровадження інформаційних технологій. У всьому світі помітно зростає використання комп'ютерів як засобу вивчення окремих фахових дисциплін. Курс вищої математики та фізики для інженерно-технічних та технологічних спеціальностей є базовою складовою їхньої інженерної підготовки. Його мета – розвинути логічне та алгоритмічне мислення студентів, навчити їх методам дослідження, аналізу та моделювання технічних пристроїв, фізичних явищ і процесів, а також методам обробки й аналізу результатів як натурних, так і чисельних експериментів. Сучасні вимоги до підготовки майбутніх інженерів до самостійної професійної діяльності неможливо задовольнити без активного застосування комп'ютерних технологій у викладанні більшості профільних дисциплін, зокрема фундаментальних – математики та фізики. При цьому використання комп'ютерів у навчальному процесі має бути систематичним і починатися з перших днів навчання студентів, а не носити епізодичний характер.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасних наукових джерел свідчить про стійку тенденцію до цифровізації освітнього процесу в Україні. У працях О. Гавриленка, В. Бикова, А. Гуржій, О. Власенко, В. Домніч, В. Кухаренка, О. Спіріна, Ю. Триус, G. Siemens, T. Anderson, N. Selwyn, D. Laurillard, T. Bates, M. Weller та багатьох інших українських та закордонних учених значну увагу приділено теоретико-методологічним засадам упровадження інформаційно-комунікаційних та Інтернет-технологій у навчальний процес ЗВО. Сучасні дослідження (Левківська & Левківський, 2024) підтверджують, що ІКТ дозволяють створювати адаптивне навчальне середовище, яке здатне враховувати індивідуальні особливості студентів, підвищує мотивацію до навчання та формує ключові компетентності майбутніх фахівців. Увага науковців також приділена еволюції розвитку хмарних технологій та перспективам використання хмарних технологій навчання у закладах вищої освіти (Маркова, Семеріков, & Стрюк, 2015).

У контексті методики навчання математики дослідники наголошують на ефективності використання електронних навчальних курсів, хмарних сервісів та систем комп'ютерної математики для формування логічного й алгоритмічного мислення майбутніх фахівців (Триус, 2010). Зокрема, у праці Н. Рашевської та Н. Кіяновської (Рашевська, & Кіяновська, 2013) розглянуто шляхи використання ІКТ для покращення якості математичної освіти саме здобувачів технічних ЗВО. У свою чергу дослідження (Антонець, Овсієнко, & Кошова, 2024) аналізує шляхи використання сучасних прикладних комп'ютерних програм, що дозволяє поєднати фундаментальну математичну підготовку з прикладними інженерними задачами та підвищити професійну спрямованість навчання. У роботі Т. Крамаренко (Kramarenko, Pylypenko, & Serdiuk, 2020) розглянуто методику використання цифрових інструментів для підвищення ефективності засвоєння математичного матеріалу на прикладі застосування можливостей системи динамічної математики GeoGebra. Науковці Т. Крамаренко, В. Корольський, С. Семеріков та С. Шокалюк (2019) узагальнюють методичні рекомендації

щодо застосування комп'ютерно-орієнтованих форм навчання математики включно з електронними ресурсами, хмарними сервісами та інтерактивними платформами.

Окрему групу становлять праці, присвячені цифровій трансформації лабораторних занять з фізики. У дослідженнях А. Юрченка, В. Прошкіна, О. Набоки та О. Семенихіної (Yurchenko, Proshkin, Naboka, Shamonia, & Semenikhina, 2023) обґрунтовано дидактичний потенціал цифрових освітніх ресурсів, визначено напрями використання комп'ютерних симуляцій, віртуальних лабораторій та онлайн-платформ у навчанні фізики. Зокрема, використання цифрових інструментів, включно з доповненою реальністю та віртуальними лабораторіями сприяють підвищенню ефективності експериментальних досліджень на заняттях з фізики (Hruntova, Yechkalo, Stryuk, & Pikil'nyak, 2018). У дослідженні S. Lahme (Lahme et al., 2023) доводиться, що використання Інтернет-ресурсів, комп'ютерних моделей і цифрових інструментів обробки експериментальних даних сприяє підвищенню якості лабораторної підготовки та розвитку дослідницьких і аналітичних умінь здобувачів.

Окремий напрям наукових розробок пов'язаний із розвитком STEM-освіти та міждисциплінарної інтеграції. Науковці підкреслюють, що використання Інтернет-технологій у викладанні фізики та математики створює умови для реалізації STEM-підходу (Hrynevych, Morze, Vember, & Boiko, 2021; Bybee, 2013). Зокрема, цифрові симуляції, віртуальні наукові лабораторії (Dlouhá, 2013) та інтерактивні навчальні середовища позитивно впливають на засвоєння абстрактних математичних понять і фізичних явищ, сприяють підвищенню навчальної мотивації та розвитку ключових компетентностей здобувачів (Kefalis, Skordoulis, & Drigas, 2025).

Учені відзначають, що поєднання традиційних форм навчання з онлайн-ресурсами є найбільш ефективною моделлю викладання математики та фізики, оскільки забезпечує гнучкість навчального процесу, індивідуалізацію навчання та забезпечує візуалізацію та ефективність досліджень (St. Omer, Evers, Wang, & Chen, 2025). Значна кількість публікацій також присвячена проблемам дистанційного та змішаного навчання у вищій освіті, де онлайн-ресурси, платформи дистанційного навчання та електронні освітні середовища стають невід'ємними складовими сучасної освіти фізико-математичного спрямування (Garrison, & Vaughan, 2008; Антонєць, Прілепо, & Малиш, 2023)

Таким чином, аналіз сучасних досліджень свідчить, що Інтернет-технології є важливим чинником підвищення ефективності навчання фізико-математичних дисциплін. Водночас більшість наукових праць зосереджена на загальних підходах ІКТ, має загальноосвітній або STEM-орієнтований характер, і лише частково враховує специфіку підготовки здобувачів інженерно-технічних та технологічних спеціальностей. Відсутність конкретної методики впровадження Інтернет-технологій під час навчання фізико-математичним дисциплінам майбутніх інженерів та технологів обумовлює актуальність подальших досліджень у цьому напрямі.

Мета статті полягає у виявленні науково-методичних основ та психолого-педагогічних особливостей використання Інтернет-технологій для організації різних видів занять з фізико-математичних дисциплін із здобувачами інженерних спеціальностей. Для досягнення поставленої мети необхідно окреслити психолого-педагогічні умови використання Інтернет-технологій у професійному навчанні; з'ясувати методичні особливості використання Інтернет-технологій в процесі вивчення фізики та вищої математики, визначити основні напрями застосування Інтернет-ресурсів у лекційній, практичній та лабораторній роботі здобувачів та показати їх потенціал.

Для досягнення мети дослідження та обґрунтування особливостей використання Інтернет-технологій у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін здобувачами інженерно-технологічних спеціальностей у роботі застосовано комплекс взаємодоповнювальних методів.

Теоретичні методи дослідження: аналіз програм курсу вищої математичного та фізики; синтез, узагальнення та систематизація психолого-педагогічної, науково-методичної та спеціальної літератури з проблем цифровізації освіти, дистанційного та змішаного навчання, методики викладання вищої математики і фізики; вивчення та аналіз нормативно-правових і програмних документів у сфері вищої освіти.

Емпіричні методи дослідження: педагогічне спостереження за навчальною діяльністю здобувачів освіти в умовах використання Інтернет-технологій; анкетування та опитування здобувачів і викладачів з метою виявлення рівня мотивації, навчальних труднощів і ставлення до цифрових освітніх ресурсів; бесіди та інтерв'ю; аналіз результатів навчальної діяльності.

Методи педагогічного моделювання та проектування: моделювання навчального процесу з використанням Інтернет-технологій, онлайн-курсів і інтерактивних навчальних середовищ.

Висклад основного матеріалу. Для ефективної реалізації інженерно-технологічної освіти у ЗВО, а також для оперативного доступу всіх учасників освітнього процесу до глобальних баз даних та інтернет ресурсів необхідне послідовне впровадження сучасних комп'ютерних комунікацій і розвиток інформаційних технологій в освіті, тобто створення сучасного освітнього середовища з використанням ІТ та мережі Інтернет. По суті інформаційна технологія – це комплекс методів і технічних інструментів, призначених для збирання, систематизації, зберігання, опрацювання, передавання та представлення інформації, що сприяють розширенню знань людини й підвищенню її спроможності керувати технічними та соціальними процесами. Інформаційні технології в освіті охоплюють навчальні, виховні, науково-дослідні та управлінські процеси, що базуються на використанні відповідного обладнання, спеціального програмного забезпечення та методичних матеріалів. Вони повинні об'єднувати всі інформаційні ресурси, забезпечувати наявність корпоративної електронної пошти у всіх учасників освітнього процесу, ефективно використовувати асинхронні засоби відеозв'язку, надавати можливість використання різноманітних прикладних комп'ютерних програм та пакетів та інші комунікаційні технології, які сприяють створенню єдиного освітнього середовища закладу освіти.

Для успішного впровадження зусиль із формування глобальної інформаційної системи, в якій функціонуватиме інформаційно-орієнтоване суспільство, необхідно створити інфраструктуру зв'язку, спрямовану на розвиток освіти. Важливу роль у цьому відіграють комп'ютерні комунікації та створення освітніх телекомунікаційних мереж. Поява таких мереж у сфері освіти трансформує навчальний процес за двома напрямками:

- для кожного здобувача та викладача стають доступними інформаційні та технічні ресурси, які надають наукові та методичні центри з усього світу;

- збільшується участь студентів та викладачів у глобальних інформаційних процесах, що робить їхню навчальну і викладацьку діяльність більш активною та продуктивною (Buyukbaykal, 2015; Антоненко, Овсієнко, & Кошова, 2024).

Сучасні інформаційні технології надають широкі можливості для максимальної автоматизації інформаційної діяльності закладів вищої освіти. Інформаційну систему ЗВО можна побудувати на основі автоматизованих платформ, наприклад таких як Moodle або Classroom, які забезпечують наступні функції:

- збір, зберігання та обробка даних, необхідних для управління навчальним процесом, включно з навчальними планами, що відповідають освітнім стандартам освітньо-професійних програм, а також ефективний доступ до цієї інформації й підготовка навчальних планів;

- створення, збереження та можливість коригування освітньо-професійних програм;

- формування бази навчально-методичних і наукових матеріалів за дисциплінами;

- створення бази, що відображає зміст і організацію самостійної та індивідуально-творчої діяльності студентів;

- оперативний доступ до розроблених баз даних;

- своєчасне інформування здобувачів та управління їхньою навчальною діяльністю.

Педагогічна діяльність в умовах комп'ютерного навчання фізико-математичним дисциплінам в цілому відтворює структуру традиційного навчально-виховного процесу і включає вирішення низки ключових завдань:

- відбір навчального змісту, що відповідає поставленим цілям навчання;

– включення відібраного змісту в освітній процес, що передбачає створення позитивної мотивації до навчання, пояснення нового матеріалу, демонстрацію зразків і закріплення навчальної діяльності;

– збір інформації про здобувачів, зокрема щодо їхнього початкового рівня знань, умінь, навичок та індивідуальних особливостей;

– проектування основної навчальної програми, яка забезпечує досягнення визначених цілей. Це охоплює розробку різноманітних навчальних завдань, визначення послідовності їх виконання, а також вибір ефективних методів і форм залучення студентів до активної навчально-пізнавальної діяльності;

– управління процесом засвоєння матеріалу, що включає організацію систематичного зворотного зв'язку та впровадження коригувальних дій з урахуванням отриманих результатів (Антонець, Прілепо, & Малиш, 2023; Антонець, Овсієнко, & Кошова, 2024).

Ефективне розв'язання складних питань, пов'язаних із використанням Інтернет-технологій в освіті, можливе лише за умови дотримання певних психолого-педагогічних умов, які істотно впливають на результативність навчального, виховного, управлінського та науково-дослідного процесів у педагогічній діяльності. Актуальність психолого-педагогічної проблеми обумовлена, перш за все, тим, що охоплює практично всі напрямки використання Інтернет-технологій. Достатньо лише відзначити, що до зазначеної проблематики відносяться і питання подолання психологічного бар'єру, що виникає у багатьох потенційних користувачів ІТ.

Окрему увагу в психологічному аналізі діяльності надають поняттям мотиву та мети. Мотив пов'язаний із потребами, що спонукають до діяльності, тоді як мета визначає об'єкт, на який ця діяльність спрямована. В індивідуальній діяльності мета постає як уявлення про бажаний результат. Одним із ключових завдань психології є вивчення особливостей випереджального відображення в різних видах діяльності, а також з'ясування його динаміки в процесі формування цілей. У разі успішного проходження етапу формування навчальної мотивації, навчальна програма має забезпечити перехід здобувачів освіти до наступної стадії – активної навчально-пізнавальної діяльності. При цьому необхідно створити відповідні умови для розвитку в здобувачів ефективних прийомів творчої та практичної роботи, які найбільше відповідають змісту й характеру навчальних завдань. Це сприятиме максимальній активізації пізнавальної діяльності, стимулюючи самостійний і креативний підхід до вирішення навчальних задач. Навчальна програма також повинна передбачати можливість адаптації рівня складності матеріалу, темпу подачі інформації та ступеня самостійності до індивідуальних особливостей кожного здобувача освіти

Не менш важливою психолого-педагогічною задачею, яка має бути розв'язана на етапі підготовки навчальних програм до засвоєння матеріалу, є визначення необхідних рівнів опанування навчального змісту. Розв'язання цього завдання є надзвичайно корисним, оскільки дозволяє чіткіше сформулювати освітні цілі та встановити об'єктивні критерії оцінювання досягнутих результатів. При цьому ефективність інформаційного навчання доцільно оцінювати за ступенем відповідності між фактично досягнутим та запланованим рівнем засвоєння знань. Навчальні та робочі програми мають бути спрямовані на формування визначених знань через залучення здобувачів до відповідних видів діяльності, а також забезпечувати набуття вмінь і навичок як репродуктивного, так і творчого характеру, що підтверджують їхню здатність застосовувати ці знання на практиці. У зв'язку з цим навчальні та робочі програми дисциплін повинні передбачати певний обсяг знань, спеціально орієнтований на залучення здобувачів до заздалегідь визначених видів діяльності.

Однією з ключових умов підвищення ефективності освітнього процесу є забезпечення постійного зворотного зв'язку між здобувачами освіти та викладачами. Такий зв'язок дає змогу контролювати як проміжні, так і підсумкові результати навчання, співвідносити їх із поставленими цілями та, за потреби, своєчасно вносити корективи в організацію навчального процесу. Реалізація цієї умови вимагає глибокого психолого-педагогічного аналізу комплексу питань, пов'язаних із визначенням дійсних критеріїв ефективності навчання, які

завжди мають специфічний характер і не піддаються стандартизованим підходам. Це, зокрема, стосується: визначення реальних критеріїв успішності саме з певного навчального предмета; установлення оптимальної частоти контролю знань; забезпечення об'єктивності, повноти та вибіркової контролю; реалізації навчальної й виховної функцій оцінювання; розробки механізмів оперативного відображення результатів контролю у змісті, методах та формах організації навчання.

Не менш важливим є вивчення змін, які відбуваються в традиційному процесі спілкування між педагогом і здобувачами освіти, а також між самими студентами в умовах інформатизації навчання. У межах психолого-педагогічного аналізу інформатизації ці аспекти набувають особливої актуальності. Якщо раніше переважала монологічна модель навчання, за якої викладач був головним носієм і транслятором знань, то нині спілкування стає більш діалогічним та інтерактивним. Завдяки застосуванню цифрових платформ, онлайн-курсів, відеоконференцій і чатів забезпечується оперативний зворотний зв'язок, активніше залучення студентів до освітнього процесу та ширші можливості для обговорення й осмислення навчального матеріалу. Зазнає змін і професійна роль педагога, він не обмежується передаванням інформації, а виконує функції організатора освітнього середовища, наставника та координатора навчальної діяльності. Поряд із цим активніше застосовується асинхронне спілкування через електронну пошту, освітні платформи та месенджери, що розширює часові рамки взаємодії, хоча певною мірою зменшує безпосередній емоційний контакт між учасниками освітнього процесу.

Окрім психологічних особливостей, окреслимо науково-педагогічні засади використання Інтернет-технологій в процесі вивчення фізико-математичних дисциплін майбутніми фахівцями інженерно-технологічних спеціальностей. Для ефективного використання Інтернет-технологій необхідно враховувати такі фактори:

1. Доступність і поетапність викладу матеріалу. Навчальний контент з вищої математики та фізики має бути структурований від простого до складного, з чітким поясненням базових понять, формул і фізичних величин, а також з використанням прикладів і проміжних пояснень математичних перетворень та фізичних моделей.

2. Обґрунтоване використання спеціалізованої термінології. Наукова термінологія повинна застосовуватися лише в необхідному обсязі та супроводжуватися поясненнями, коментарями або гіперпосиланнями на довідкові матеріали, оскільки надмірне використання абстрактних математичних понять чи складних фізичних термінів може ускладнювати розуміння матеріалу студентами з недостатньою підготовкою.

3. Урахування психології візуального сприйняття математичної та фізичної інформації. Подання формул, графіків, схем, таблиць і фізичних ілюстрацій повинно відповідати особливостям зорового сприйняття: оптимальний розмір шрифту, коректне форматування формул, достатні міжрядкові відстані, логічне розміщення рисунків, графіків і підписів. Оформлення має бути підпорядковане зручності навчання, а не стандартам друкованих видань чи економії екранного простору.

4. Поєднання кількох форм подачі навчального матеріалу. Інтернет-ресурс з вищої математики та фізики доцільно розробляти чи обирати так, щоб він містив щонайменше: основний теоретичний курс; довідковий розділ (формули, означення, закони, константи); приклади розв'язування задач; інтерактивні елементи (симуляції, анімації, тести тощо). Це дозволяє студенту обирати оптимальний спосіб роботи з матеріалом залежно від рівня підготовки та навчальної мети.

5. Використання багаторівневих довідкових і пошукових систем. Навчальний ресурс має містити вбудовані засоби пошуку формул, теорем, означень, фізичних законів і прикладів, що дає змогу швидко знаходити потрібну інформацію без залучення сторонніх джерел або консультацій.

6. Зручна та інтуїтивно зрозуміла навігація. Навігаційне меню повинно забезпечувати швидкий перехід між розділами курсу, темами, підтемами, формульними довідниками та задачками, що особливо важливо при роботі з великими обсягами математичного та фізичного матеріалу.

7. Оптимальний обсяг міждисциплінарної інформації. Відомості з суміжних галузей знань (інформатики, теоретичної механіки, електроніки, матеріалознавства, опору матеріалів тощо) мають подаватися лише в тій мірі, у якій вони сприяють кращому розумінню математичних методів або фізичних явищ, не перевантажуючи основний навчальний матеріал.

Розглянемо деякі методичні особливості використання Інтернет-технологій в процесі вивчення фізико-математичних дисциплін.

На початку вивчення необхідно окреслити загальні питання щодо програмного та інформаційного забезпечення використання Інтернету та прикладних аспектів його використання за фахом. Майбутнім інженерам, які вивчають вищу математику чи фізику, потрібно дати матеріали про найбільш відомі Інтернет-ресурси відповідної спрямованості, зокрема про: сайти, які містять теоретичну інформацію; різні фізико-математичні пакети та онлайн калькулятори; сайти, що містять інформацію щодо використання математичних та інженерних пакетів; ресурси, що містять приклади, завдання та алгоритми їх вирішення.

Матеріали лекцій з фізико-математичних дисциплін мусять спрямовуватися на формування в здобувачів розуміння можливостей використання Інтернет-технологій у процесі вивчення вищої математики та фізики. Зокрема, лекційний матеріал має розкривати питання застосування мережевих освітніх ресурсів для опрацювання теоретичних відомостей, пошуку та аналізу математичних моделей, фізичних законів, формул, графіків, симуляцій і наукових даних, а також принципи використання спеціалізованих програмних засобів і онлайн-платформ для розв'язування задач і проведення обчислювальних експериментів. На лекційних заняттях доцільно давати огляд теоретичного матеріалу, що вивчається, і ставити найближчі практичні завдання. Теми, що вивчаються потрібно детально представити в електронному підручнику, до якого студенти мали б постійний доступ.

Методика проведення комп'ютерних лекційних занять полягає в тому, що студент працює з документом-файлом, який є розгорнутим планом заняття, підготовленим викладачем. Зміст заняття максимально структуровано на розділи, підрозділи, питання та підпитання. Для акцентування важливих моментів активно використовуються різні шрифти, розміри та кольори тексту. Докладно розглядаються приклади розв'язання завдань, які можуть слугувати основою для самостійної роботи. Вже з перших днів навчання студенти набувають навичок редагування процесу розв'язання та викладу отриманих результатів. Це формує інженерну культуру, та дозволяє підвищити якість виконання майбутніх курсових робіт з фахових дисциплін.

На практичних заняттях здійснюється закріплення знань, отриманих під час лекцій, шляхом розв'язування типових і прикладних задач з вищої математики та фізики з використанням Інтернет-ресурсів, виконання онлайн-завдань, проведення тестувань та інших форм контролю навчальних досягнень. На практичних заняттях пояснюється розв'язання тих чи інших задач, проводяться навчальні та контрольні вправи, даються відповіді на питання студентів. Для поглибленого опрацювання теоретичних питань доцільно стимулювати здобувачів освіти до підготовки тематичних доповідей і презентацій, присвячених застосуванню математичних методів і фізичних законів у сучасних інженерно-технологічних задачах. Це сприяє поглибленню знань, їх систематизації та формуванню позитивного ставлення здобувачів до вивчення фізико-математичних дисциплін.

Окремої уваги заслуговує проблема проведення практичних занять з фізико-математичних дисциплін у дистанційній чи змішаній формі з одночасним застосуванням активних методів навчання. Для того щоб студенти могли ефективно навчатися онлайн під час практичних занять, викладачу доцільно розробити методичні вказівки, які містили б не тільки перелік завдань та прикладів їх розв'язування, а й чіткі алгоритми організації роботи здобувачів під час відеоконференцій з використанням різних видів активностей. Наприклад, організація роботи здобувачів в парах та міні групах можлива з використанням у Zoom функції «Сесійні зали» (Breakout Rooms) або засобами Google Meet через функції «Дії» → «Сеанси підгруп». В обох вищезазначених сервісах для проведення відеоконференцій також зручно проводити «мозковий штурм» використовуючи можливості інтерактивної дошки (Whiteboard) з інтеграцією таких сервісів, як FigJam, Lucidspark, Miro або Mural де можна

створювати стікери та схеми в реальному часі. У Google Meet можна створити спільні документи такі як Google Doc або Таблицю, де всі учасники зможуть одночасно записувати ідеї, а викладач бачити правки кожного. В процесі розв'язування вправ на практичних заняттях, студенти, користуючись запропонованими вказівками, можуть також отримати навички роботи з відповідними прикладними програмами, системами математики чи онлайн-калькуляторами, причому сюди повинні бути включені завдання різного рівня складності.

У зв'язку із тенденцією до скороченням аудиторних годин було б доцільно розробити окремі методичні вказівки та завдання для індивідуальної дистанційної роботи здобувачів, яка велася б паралельно із заняттями в аудиторії. Під час самостійної роботи, студент виконує своє індивідуальне завдання за допомогою детального алгоритму представленого в наданих методичних вказівках. Проблеми і питання, що з'являються у нього, доцільно обговорювати онлайн за допомогою завчасно запланованих на постійній основі відеоконференцій, зокрема в Google Meet чи Zoom.

Лабораторні заняття з фізико-математичних дисциплін мають бути спрямовані на практичне застосування теоретичних знань із використанням Інтернет-технологій. Заняття доцільно проводити у спеціалізованих аудиторіях, оснащених комп'ютерною технікою з доступом до мережі Інтернет. Підвищення ефективності навчання досягається за умови організації роботи студентів у малих групах або парах за одним комп'ютером, що сприяє розвитку навичок колективного аналізу задач і взаємного навчання. Лабораторні заняття можуть проводитися як у підгрупах, так і з академічною групою загалом, що забезпечує інтенсифікацію навчального процесу та прискорене формування практичних умінь.

Для проведення лабораторних занять необхідно розробляти спеціалізовані завдання, які передбачають:

- ознайомлення з профільними освітніми та науковими інтернет-ресурсами з вищої математики та фізики;
- опанування методів пошуку наукової, навчальної та довідкової інформації (формул, теорем, фізичних законів, констант, графіків);
- пошук і відбір матеріалів для розв'язування задач і виконання навчальних проєктів;
- аналіз і критичну оцінку інформації, отриманої з мережі Інтернет;
- підготовку міні-доповідей і презентацій з використанням результатів математичних обчислень і фізичних експериментів;
- формування переліку інтернет-ресурсів, необхідних для подальшого навчання та професійної діяльності;
- використання додаткових інтернет-сервісів, зокрема навчальних платформ, хмарних обчислювальних середовищ, наукових баз даних та електронних бібліотек.

Важливим питанням є вибір форм комп'ютерної підтримки навчального процесу. Розробка власних програмних засобів потребує значних матеріальних і людських ресурсів, що часто призводить до появи великої кількості навчальних програм різного стилю, які не узгоджуються між собою і слугують для розв'язання лише окремих аспектів певних тем. Загальною проблемою більшості таких програм є те, що вони обмежуються ілюстративними та тестовими функціями комп'ютера, а реалізовані алгоритми мають вузький спектр застосування. Через це студенти не мають можливості творчо підходити до розв'язання задач, що обмежує розвиток їхнього інтелектуального та інженерно-творчого потенціалу. Принципово інший підхід полягає у створенні навчального середовища з використанням відомих математичних та інженерних пакетів, що дає змогу зосередити увагу на методичному наповненні предметної області. Окрім цієї ключової переваги, варто зазначити, що такий підхід не вимагає від студентів і викладачів спеціальної комп'ютерної підготовки. Крім того, немає жорсткої залежності від конкретного типу комп'ютера, операційної системи чи розробленого викладачем прикладного пакету. Функціональність такого підходу, насиченого методичними матеріалами, є більш універсальною.

Наведемо декілька прикладів можливого використання відомих інтернет-ресурсів під час вивчення фізико-математичних дисциплін. Зокрема, в процесі вивчення курсу «Вища математика» для ілюстраційних прикладів можна використовувати можливості безкоштовного інтерактивного динамічного програмного забезпечення GeoGebra, що слугує

допоміжним інструментом для побудови геометричних фігур (Zengin, Furkan, & Kutluca, 2012), графіків функцій, виконання побудов у 3-D, візуалізації рівнянь і функцій за допомогою інтерактивних графіків, побудови геометричних об'єктів у динамічному середовищі тощо (Tamam, & Dasari, 2021).

Окремої уваги заслуговує сайт <https://cubens.com/uk/>, де у розділі «Алгебра та початки аналізу» розміщені всі необхідні теми, серед них: границі функції та їх обчислення; похідна функції; диференціал функції та його знаходження; друга похідна; дослідження функції та побудова графіків; первісна та інтеграл; визначений інтеграл та його застосування для обчислення площ і об'ємів. Дуже зручним для вивчення Вищої математики є наявність на цьому сайті окремого розділу з довідковими таблицями та формулами.

Ефективними для використання як викладачами так і здобувачами є сайти, де запропоновано повністю готові курси з окремих розділів вищої математики, які можна проводити в обладнаних комп'ютерами аудиторіях. Приклади, включені до занять, придатні для демонстрацій на лекціях та практичних заняттях. Наприклад, на сайті matem.com.ua/ розміщено безкоштовний курс «Векторна алгебра», що містить 9 тем які повністю розкривають питання вивчення скалярного, векторного та мішаного добутку векторів. Курс включає: відео заняття; 16 тренажерів у вигляді наборів вправ для вивчення основних формул, правил та означень, а також для набуття навичок їх застосування при розв'язанні прикладів; фінальний тест. В галузі інженерних досліджень одним із останніх досягнень високого рівня є програмний продукт американської компанії Wolfram Research – інтегрована символна система Mathematica (ICCM), створена для максимально простого впровадження користувачем фізико-математичних алгоритмів та методів на комп'ютері (Ху, & Chen, 2023).

Узагальнюючи дидактичні можливості Інтернет-технологій, зазначимо, що їх можна розглядати як повноцінний метод навчання за допомогою якого викладач передає знання здобувачам і сприяє розвитку їхньої пізнавальної самостійності. Головною метою цього методу є організація викладачем такого навчального процесу, який забезпечує активне засвоєння матеріалу з фізико-математичних дисциплін і сприяє формуванню творчої пізнавальної самостійності. Ця самостійність проявляється через саморегуляцію пізнавальної діяльності, поєднання пізнавального мотиву з методами самостійної роботи, а також стійке позитивне ставлення до навчання. При цьому рівень пізнавальної самостійності залежить від ступеня надання допомоги студенту у розв'язанні прикладних інженерних задач. Цей метод навчання можна класифікувати по різному, зокрема як спосіб організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності здобувача. З огляду на джерело передачі і сприйняття інформації він належить до наочних і практичних методів, оскільки дозволяє ілюструвати та демонструвати вивчені об'єкти, а також розв'язувати фізико-математичні задачі. З погляду логіки передачі навчального матеріалу метод відноситься до дедуктивних, адже показує загальний спосіб розв'язання завдань певного типу. Враховуючи рівень самостійності мислення здобувачів під час засвоєння знань, метод є пошуковим і дослідницьким. За рівнем контролю над навчальним процесом він спрямований на активізацію самостійної роботи студентів.

Застосування методу навчання на основі Інтернет-технологій здійснюється через впровадження системи комп'ютерних занять у навчальний процес та орієнтоване на формування узагальнених способів мисленнєвої діяльності через стимулювання пізнавальної самостійності здобувачів. Даний метод найбільше відповідає одній з найперспективніших дидактичних моделей, розглянутих у сучасній педагогіці, яка називається знаковою моделлю навчання, основний принцип побудови якої: починати навчання не з детального, а із загального, не з частин, а з цілого. З позиції системного підходу комп'ютерні заняття повинні утворювати єдину систему, тому доцільно говорити про систему практичних та лабораторних робіт з використанням Інтернет-технологій як про цілісний комплекс. Такий підхід передбачає врахування всіх складових навчального процесу: цільових, змістових, логічних, гносеологічних та управлінських аспектів – тобто всіх ключових компонентів, визначених сучасною наукою. Це забезпечує цілісність системи і дозволяє говорити про появу нової якості – формування умінь і навичок застосування сучасних інформаційних

технологій у інженерних дослідженнях. Щоб система занять з використанням Інтернет-технологій органічно інтегрувалася у навчальний процес фізико-математичних дисциплін, необхідно спиратися на відомі дидактичні принципи: науковість, доступність, наочність, активне навчання, міцність знань та індивідуальний підхід.

Висновки. Підводячи підсумки, виділимо ключові переваги використання комп'ютерної підтримки та Інтернет-технологій під час занять з фізико-математичних дисциплін: скорочення часу формування інженерно-технічних навичок здобувачів; збільшення кількості практичних завдань для тренування; забезпечення оптимального темпу навчання для кожного; легка реалізація диференціації навчання за рівнями; студент є активним учасником навчального процесу; доступність навчальних матеріалів через віддалені бази даних та інтернет ресурси; взаємодія з комп'ютером набуває форми навчальної гри, що підвищує мотивацію до навчання у більшості здобувачів.

Поєднання традиційних і цифрових підходів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін сприяє формуванню в здобувачів цілісної системи знань і практичних навичок, необхідних для результативного застосування інтернет-технологій як у навчанні, так і в подальшій професійній діяльності. Такий підхід розширює їхній науковий світогляд, розвиває аналітичне мислення, забезпечує індивідуалізацію освітнього процесу та створює умови для реалізації інтегрованого навчання, що об'єднує ІТ, математику, фізику й інженерію. У підсумку це формує основу професійної компетентності майбутніх фахівців інженерно-технологічних спеціальностей.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою адаптивних цифрових навчальних середовищ вивчення фізики та вищої математики для інженерно-технологічних спеціальностей з експериментальною перевіркою ефективності запропонованої методики.

Подяки. Подяка адміністрації Полтавського державного аграрного університету за всебічну підтримку.

Конфлікт інтересів. Немає.

ЛІТЕРАТУРА

- Антонець, А. В., Овсієнко, Ю. І., & Кошова, О. П. (2024). Використання сучасних прикладних комп'ютерних програм як важлива складова якісної підготовки фахівців аграрного профілю. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка, Серія: «Педагогічні науки», 1 (54), 80-86.* DOI: <https://doi.org/10.31376/2410-0897-2024-1-54-80-86>
- Антонець, А., Прілепо, Н., & Малиш, О. (2023). Використання інформаційно-комунікаційних технологій при викладанні природничо-наукових та агротехнічних дисциплін в умовах дистанційного навчання. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: «Педагогічні науки», 1, 78-84.* DOI: <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2023-1>
- Крамаренко, Т. Г., Корольський, В. В., Семеріков, С. О., & Шокалюк, С. В. (2019). *Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навч. посіб. (2-ге вид., перероб. і доп.).* Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. <https://doi.org/10.31812/123456789/3315>.
- Левківська Л. В., & Левківський С. А. (2024). Використання інформаційних технологій у вищій школі. *Наукові записки Малої академії наук України, 1 (29), 57-66.* DOI: <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2024-29-07>
- Маркова, О. М., Семеріков, С. О., & Стрюк, А. М. (2015). Хмарні технології навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання, 46 (2), 29-44.* DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234>
- Рашевська, Н., & Кіяновська, Н. (2013). Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання вищої математики в технічних університетах України. *Педагогічний дискурс, 14, 381-387.* Взято з http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2013_14_81
- Триус, Ю. В. (2010). Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи. *Науковий часопис НПУ імені*

М. П Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, 9, 16-29.

Взято з http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2010_9_5

- Buyukbaykal, C. (2015). Communication technologies and education in the information age. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 17, 636-640. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.594>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington: NSTA Press. Retrieved from https://museumofaviation.org/wp-content/uploads/2019/07/The_Case_for_STEM_Education.pdf
- Dlouhá, J. (2013) A multi-user remote academic laboratory system. *Computers & Education*, 62, 326-338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.011>.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: framework, principles, and guidelines*. San Francisco: Jossey-Bass. DOI: 10.1002/9781118269558
- Hruntova, T. V., Yechkalo, YU. V., Stryuk, A. M., & Pikil'nyak, A. V. (2019). Augmented Reality Tools in Physics Training at Higher Technical Educational Institutions. *Педагогіка вищої та середньої школи*, 51, 47-57. DOI: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655>
- Hrynevych, L. M., Morze, N. V., Vember, V. P. & Boiko, M. A. (2021). Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*, 1, 118-139. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.24>
- Kefalis, C., Skordoulis, C., & Drigas, A. (2025). Digital Simulations in STEM Education: Insights from Recent Empirical Studies, a Systematic Review. *Encyclopedia*, 5 (1), 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010010>
- Kramarenko, T. H. Pylypenko, O. S., & Serdiuk, O. Yu. (2020). Digital technologies in specialized mathematics education: application of GeoGebra in Stereometry teaching. In *AET 2020: Symposium on Advances in Educational Technology* (pp. 627-647). Kyiv. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/4534>
- Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Rončević, L., & Sušac, A. (2023). Physics lab courses under digital transformation: A tri-national survey among university lab instructors about the role of new digital technologies and learning objectives. *Physics Education*. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020159>
- St. Omer, S. M., Evers, K., Wang, C. Y. & Chen, S. (2025). Technology-enhanced mathematics learning: review of the interactions between technological attributes and aspects of mathematics education from 2013 to 2022. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 1079. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05475-7>
- Tamam, B., & Dasari, D. (2021). The use of GeoGebra software in teaching mathematics. *Journal of Physics Conference Series*, 1882, 012042. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012042>
- Verbivskyi, D., Zhukovskyi, S., Usata, O., Fonariuk, O., & Humeniuk, V. (2024). Use of digital technologies for innovation in teaching: comparison of international and domestic approaches. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series "Physics"*, 56, 2587-2599. DOI: <https://doi.org/10.54919/physics/56.2024.258hf7>
- Xu, L., & Chen, K. (2023). Application Research of Mathematica Software in Calculus Teaching. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 8 (1), 1785-1792. DOI: [10.2478/amns.2022.2.0167](https://doi.org/10.2478/amns.2022.2.0167)
- Yurchenko, A., Proshkin, V., Naboka, O., Shamonia, V., & Semenikhina, O. (2023). The use of digital technologies in education: the case of physics learning. *International Journal of Research in E-Learning*, 9 (2), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.31261/IJREL.2023.9.2.02>
- Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31, 183-187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.038>

REFERENCES

- Antonets, A. V., Ovsiienko, Yu. I., & Koshova, O. P. (2024). Vykorystannia suchasnykh prykladnykh komp'uternykh prohram yak vazhlyva skladova yakisnoi pidhotovky fakhivtsiv aharnoho profilu [The use of modern applied computer programs as an important component

- of high-quality training of agricultural specialists]. *Visnyk Hlukhivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Oleksandra Dovzhenka, Serii: "Pedahohichni nauky"* [Bulletin of the Glukhiv National Pedagogical University named after Alexander Dovzhenko, Series: "Pedagogical Sciences"], 1 (54), 80-86. DOI: <https://doi.org/10.31376/2410-0897-2024-1-54-80-86> [in Ukrainian].
- Antonets, A., Priliepo, N., & Malysh, O. (2023). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii pry vykladanni pryrodnycho-naukovykh ta ahrotekhnichnykh dystsyplin v umovakh dystantsiinoho navchannia [The use of information and communication technologies in the teaching of natural science and agrotechnical disciplines in the conditions of distance learning]. *Visnyk Cherkaskoho natsionalnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Serii: "Pedahohichni nauky"* [Bulletin of Cherkasy National University named after Bogdan Khmelnytsky. Series: "Pedagogical Sciences"], 1, 78-84. DOI: <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2023-1> [in Ukrainian].
- Buyukbaykal, C. (2015). Communication technologies and education in the information age. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 17, 636-640. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.594>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington: NSTA Press. Retrieved from https://museumofaviation.org/wp-content/uploads/2019/07/The_Case_for_STEM_Education.pdf
- Dlouhá, J. (2013) A multi-user remote academic laboratory system. *Computers & Education*, 62, 326-338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.011>.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: framework, principles, and guidelines*. San Francisco: Jossey-Bass. DOI: 10.1002/9781118269558
- Hruntova, T. V., Yechkalo, YU. V., Stryuk, A. M., & Pikil'nyak, A. V. (2019). Augmented Reality Tools in Physics Training at Higher Technical Educational Institutions. *Педагогіка вищої та середньої школи*, 51, 47-57. DOI: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655>
- Hrynevych, L. M., Morze, N. V., Vember, V. P. & Boiko, M. A. (2021). Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem. *Educational Technology Quarterly*, 1, 118-139. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.24>
- Kefalis, C., Skordoulis, C., & Drigas, A. (2025). Digital Simulations in STEM Education: Insights from Recent Empirical Studies, a Systematic Review. *Encyclopedia*, 5 (1), 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010010>
- Kramarenko, T. H. Pylypenko, O. S., & Serdiuk, O. Yu. (2020). Digital technologies in specialized mathematics education: application of GeoGebra in Stereometry teaching. In *AET 2020: Symposium on Advances in Educational Technology* (pp. 627-647). Kyiv. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/4534>
- Kramarenko, T. H., Korolskyi, V. V., Semerikov, S. O., & Shokaliuk, S. V. (2019). *Innovatsiini informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii navchannia matematyky* [Innovative information and communication technologies for teaching mathematics]: navch. posib. (2nd ed.). Kryvyi Rih: Kryvorizkyi derzhavnyi pedahohichniyi universytet. <https://doi.org/10.31812/123456789/3315> [in Ukrainian].
- Lahme, S. Z., Klein, P., Lehtinen, A., Müller, A., Pirinen, P., Rončević, L., & Sušac, A. (2023). Physics lab courses under digital transformation: A tri-national survey among university lab instructors about the role of new digital technologies and learning objectives. *Physics Education*. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020159>
- Levkivska L. V., & Levkivskyi S. A. (2024). Vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii u vyshchii shkoli [The use of information technology in higher education]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy* [Scientific notes of the Minor Academy of Sciences of Ukraine], 1 (29), 57-66. DOI: <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2024-29-07> [in Ukrainian].
- Markova, O. M., Semerikov, S. O., & Striuk, A. M. (2015). Khmarni tekhnolohii navchannia [Cloud learning technologies]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia* [Information Technology and Learning Tools], 46 (2), 29-44. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234> [in Ukrainian].

- Rashevskaya, N., & Kiiianovska, N. (2013). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u protsesi navchannia vyshchoi matematyky v tekhnichnykh universytetakh Ukrainy [The use of information and communication technologies in the learning process of higher mathematics in technical universities of Ukraine]. *Pedahohichnyi dyskurs* [Pedagogical Discourse], 14, 381-387. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2013_14_81 [in Ukrainian].
- St. Omer, S. M., Evers, K., Wang, C. Y. & Chen, S. (2025). Technology-enhanced mathematics learning: review of the interactions between technological attributes and aspects of mathematics education from 2013 to 2022. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 1079. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05475-7>
- Tamam, B., & Dasari, D. (2021). The use of GeoGebra software in teaching mathematics. *Journal of Physics Conference Series*, 1882, 012042. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012042>
- Tryus, Yu. V. (2010). Komp'uterno-orientovani metodychni systemy navchannia matematychnykh dystsyplin u VNZ: problemy, stan i perspektyvy [Computer-oriented methodological systems for teaching mathematical disciplines in universities: problems, state and prospects]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriya 2: Komp'uterno-orientovani systemy navchannia* [Scientific journal of the NPU named after M. P. Drahomanov. Series 2: Computer-Oriented Learning Systems], 9, 16-29. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2010_9_5 [in Ukrainian].
- Verbivskiyi, D., Zhukovskiyi, S., Usata, O., Fonariuk, O., & Humeniuk, V. (2024). Use of digital technologies for innovation in teaching: comparison of international and domestic approaches. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series "Physics"*, 56, 2587-2599. DOI: <https://doi.org/10.54919/physics/56.2024.258hf7>
- Xu, L., & Chen, K. (2023). Application Research of Mathematica Software in Calculus Teaching. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 8 (1), 1785-1792. DOI: 10.2478/amns.2022.2.0167
- Yurchenko, A., Proshkin, V., Naboka, O., Shamonina, V., & Semenikhina, O. (2023). The use of digital technologies in education: the case of physics learning. *International Journal of Research in E-Learning*, 9 (2), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.31261/IJREL.2023.9.2.02>
- Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31, 183-187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.038>

USE OF INTERNET TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF STUDYING PHYSICAL AND MATHEMATICAL DISCIPLINES BY STUDENTS OF ENGINEERING AND TECHNOLOGICAL SPECIALTIES

Anatolii Antonets,

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Construction and Professional Education;
Poltava State Agrarian University

Modern processes of digitalization of education necessitate updating approaches to teaching physics and mathematics in higher education institutions, in particular in the preparation of applicants for engineering and technological specialties. Despite the presence of a significant number of studies devoted to the use of information and communication technologies and Internet resources in education, the specifics of the professional training of future engineers and technologists remain insufficiently taken into account. This necessitates the need to substantiate the scientific, methodological and psychological, and pedagogical features of the use of Internet technologies in the process of studying physics and higher mathematics. The study used a complex of theoretical methods: analysis, synthesis, generalization and systematization of psychological, pedagogical and scientific, methodological sources; analysis of regulatory and legal documents in

the field of higher education; pedagogical observation, questionnaires, surveys and interviews of applicants for education and teachers. Pedagogical modeling methods were applied to outline the features of using Internet technologies in teaching physics and mathematics.

The work substantiates the didactic, psychological-pedagogical and methodological features of the use of Internet technologies in the process of studying physics and higher mathematics by future engineers and technologists. The main directions of using Internet resources in lecture, practical and laboratory work of applicants are determined. The requirements for structuring educational content, forms of material presentation, organization of feedback and individualization of learning are outlined. The potential of educational platforms, computer mathematics systems, virtual laboratories and network resources for increasing the efficiency of mastering physical and mathematical knowledge is shown. The use of Internet technologies in teaching physical and mathematical disciplines contributes to increasing the motivation of applicants for education, developing cognitive independence, forming professional competencies and reducing the time for forming engineering and technical skills. The combination of traditional and digital learning methods contributes to the individualization of the educational process and creates conditions for the implementation of integrated learning that combines IT, mathematics, physics and engineering.

Keywords: *information and communication technologies; higher mathematics; physics; engineering education*

Надійшла до редакції 05.03.2026 р.