DOI: https://doi.org/10.31392/NZ-udu-167.2026.16
УДК 378.147:519.854-024.63]:378.091.3

Нестерова Олена Дмитрівна,
старший викладач кафедри інформаційних технологій і програмування
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова
https://orcid.org/0000-0002-0402-0370
e-mail: o.d.nesterova@udu.edu.ua

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті проаналізовано необхідність модернізації вищої освіти в умовах стрімкої цифрової трансформації суспільства на прикладі навчання дискретної математики здобувачів вищої освіти спеціальностей А4 «Середня освіта (Інформатика)», Е7 «Математика» та галузі знань F «Інформаційні технології». У різних закладах вищої освіти (ЗВО) та освітніх програмах освітній компонент може мати назву «Дискретна математика» або «Комп'ютерна дискретна математика». У межах цього дослідження термін «дискретна математика» використовується як узагальнюючий, а особлива увага приділяється її комп'ютерно орієнтованому підходу та прикладним аспектам.

Окреслено міждисциплінарні зв'язки дискретної математики з іншими науками та освітніми компонентами програм професійної підготовки здобувачів вищої освіти, як засіб формування цілісного бачення об'єкта вивчення, розв'язання складних проблем з використанням підходів суміжних галузей. Перенесення знань та вмінь з однієї дисципліни в іншу, їх інтеграція, об'єднання зусиль фахівців різних галузей сприяють підвищенню рівня мотивації та показників якості навчання здобувачів.

Сучасний етап розвитку інформатики та її прикладних застосувань характеризується створенням великих інформаційних систем, розробкою локальних і глобальних мереж, використанням у виробничих процесах робототехнічних систем, штучного інтелекту, інтернету речей, технологій великих даних, квантових обчислень, блокчейну. Інноваційні ІТ-сектори мають спільне підґрунтя, оскільки функціонують у дискретному цифровому просторі.

Цифрова трансформація суспільства, зокрема освіти, висуває нові вимоги до якості підготовки здобувачів вищої освіти, чия майбутня професія пов'язана з інформатикою. У статті досліджується роль і місце дискретної математики як основи формування логічного, алгоритмічного й інженерного мислення здобувачів. На нашу думку, традиційні підходи до навчання математичних дисциплін в умовах цифровізації освіти потребують значних змін.

Традиційна система навчання математичних дисциплін в ЗВО більшою мірою містить розділи неперервної математики, що суперечить реальним потребам високотехнологічного ринку праці. Постає потреба посилити роль дискретної математики в професійній підготовці здобувачів вищої освіти поряд із традиційними розділами неперервної математики. Обґрунтовано значущість теоретичних знань її принципів і методів, а також практичних умінь щодо моделювання та опрацювання дискретних структур у майбутній професійній діяльності як учителів інформатики, так і фахівців з математики, комп'ютерних наук, програмування, інформаційних систем та технологій.

Показано інтеграційну функцію дискретної математики, яка об'єднує численні розділи, що функціонують як окремі науки та відповідні освітні компоненти. Комп'ютерна дискретна математика постає своєрідним містком між абстрактними математичними теоріями та

практичним розв'язанням прикладних задач фахівців інформатичних галузей. Продемонстровано, що одним із дидактичних засобів фундаменталізації підготовки здобувачів вищої освіти є встановлення міждисциплінарних зв'язків цього освітнього компонента з теоретичними основами інформатики, комп'ютерними науками та програмуванням.

Завдяки знанням елементів теорії графів, булевої алгебри, математичної логіки, комбінаторного аналізу, теорії кодування, теорії автоматів та систем захисту даних відбувається перенесення абстрактних математичних ідей у комп'ютерний код, архітектуру баз даних, алгоритми шифрування й моделі обміну повідомленнями у нейронних мережах. Навчання дискретної математики в її комп'ютерно орієнтованій інтерпретації сприяє поглибленню зв'язків теорії з практикою та глибшому розумінню сутності абстрактних математичних концепцій. Водночас воно забезпечує формування у здобувачів вищої освіти алгоритмічного, логічного й критичного мислення, а також визначених загальних і фахових компетентностей.

Досліджено теоретичні основи міждисциплінарного навчання та виявлено ментальні труднощі, що виникають у здобувачів під час переходу від безпосереднього написання коду й використання цифрових освітніх платформ та інтерактивних веб-ресурсів до абстрактного математичного моделювання скінченних структур. Показано, що цілеспрямоване використання міждисциплінарних зв'язків комп'ютерної дискретної математики з архітектурою обчислювальних систем, мовами програмування, аналізом великих даних, теорією алгоритмів тощо сприяє фундаменталізації навчання.

Ключові слова: *дискретна математика, міждисциплінарні зв'язки, фундаменталізація освіти, здобувачі вищої освіти, майбутні вчителі інформатики, фахівці галузі інформаційних технологій.*

Сучасний етап розвитку цифрового суспільства висуває нові вимоги до вчителів інформатики закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), фахівців інформаційних систем і технологій, розробників і тестувальників програмного забезпечення, спеціалістів із захисту інформаційних систем. Комп'ютери більше не є лише пристроями для виконання громіздких обчислень, а перетворилися на складні системи, що оперують великими даними в галузях штучного інтелекту, фінансового аналізу, управління великими міськими системами та забезпечення їх криптографічного захисту, медичних досліджень, прогнозування погоди.

У вищій освіті виникла суперечність між тим, що індустрія потребує фахівців із системним мисленням, які здатні проєктувати архітектуру алгоритмів, оцінювати їхню часову складність, гарантувати безпеку даних та реальною практикою навчання здобувачів вищої освіти, які втрачають мотивацію до вивчення фундаментальних математичних дисциплін. Вони часто сприймають вищу математику як відірваний від життя та майбутньої професії теоретичний тягар, відтак віддають перевагу поверхневому вивченню мов програмування, цифрових освітніх ресурсів, систем управління контентом і програмних платформ, що швидко застарівають.

Виникає розрив між метою навчання (поглиблення математичної освіти) та реальними освітніми підходами. Абстрактне навчання дискретної математики, що позбавлено зв'язку з інформатичною галуззю, часто створює для здобувачів вищої освіти когнітивний бар'єр, який більшість із них не здатна подолати. Особливо гостро ця проблема постає у підготовці майбутніх

учителів інформатики, які мають не просто засвоїти апарат дискретних структур, а й сформувати в собі методичну готовність впроваджувати ці знання у шкільну освіту, адаптувати складні концепції до вікових особливостей учнів.

В Україні сформувалися потужні наукові школи, що досліджують проблеми фундаменталізації освіти. Її методологічні основи та концептуальні підходи до навчання інформатичних дисциплін у ЗВО висвітлено в дослідженні С. Семерікова [1]. Питання встановлення міждисциплінарних зв'язків, створення та впровадження комп'ютерно орієнтованих методичних систем навчання математики й інформатики у ЗЗСО і ЗВО досліджували Н. Балик, І. Біляй, Є. Вінниченко, О. Гончарова, Ю. Горошко, О. Гриб'юк, М. Жалдак, О. Жильцов, В. Клочко, Т. Кобильник, Т. Крамаренко, Ю. Лотюк, М. Медведєва, Н. Морзе, С. Раков, Ю. Рамський, Є. Смірнова-Трибульська, О. Струтинська, І. Твердохліб, Ю. Триус, С. Шокалюк та ін.

Проблему фундаменталізації вищої освіти, навчання дискретної математики та інтеграції математичних дисциплін у професійну підготовку фахівців інформатичних спеціальностей досліджено у працях К. Розена [7], Е. Харта та Д. Сандефура [8], А. Гонсалеса [9], А. Шевчікової та Е. Мілкової [10], С. Гравьє та С. Увріє-Бюффе [11] та ін.

Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні значущості міждисциплінарних зв'язків дискретної математики в системі професійної підготовки здобувачів вищої освіти з метою її фундаменталізації.

Інформатика – фундаментальна дисципліна, об'єктом якої є інформаційні процеси у навколишньому світі, предметом – математичні структури, за допомогою яких ці процеси моделюються, та комп'ютерні інформаційні моделі, що відображають математичні структури в архітектурі обчислювальних систем [1]. Методи інформатики проникають у математику, впливають на стиль, зміст і методи математичної роботи, розширюють галузі її застосування. Ідеї математики втілюються в розробці новітніх технологій. Завдяки такій інтеграції з'явилися нові науки, прикладні напрями й технологічні галузі.

Позитивні процеси відбуваються на тлі посилення негативних тенденцій в освіті, серед яких зазначимо поглиблення розриву між рівнем знань випускників ЗЗСО і вимогами ЗВО до їхньої математичної підготовки, а також невідповідність між рівнем математичних знань випускників ЗВО й потребами сучасного ринку праці [2].

Майбутні вчителі інформатики, фахівці інформаційних систем і технологій, розробники та тестувальники програмного забезпечення у межах освітніх програм опановують математичні основи інформатики, до яких належать вища математика, алгоритми та чисельні методи, комп'ютерна дискретна математика, комп'ютерна логіка, захист даних у комп'ютерних системах, а також фізичні основи функціонування комп'ютерних систем [3]. Цей перелік доповнюють інструменти комп'ютерної математики, системи штучного інтелекту, додаткові розділи чисельних методів (зокрема, алгоритми розпізнавання образів), теорія кодування й основи криптографії [4].

Комп'ютери за своєю природою є дискретними машинами, що оперують

скінченними наборами нулів та одиниць, тому дискретна математика постає природною мовою комп'ютерних наук.

Опанування дискретної математики сприяє підвищенню науково-теоретичного рівня навчання інформатики, усвідомленню міждисциплінарних зв'язків між цими науками, розумінню сутності моделювання та прикладної спрямованості математичної освіти, вихованню у здобувачів вищої освіти високого рівня інформаційної культури, формуванню у них наукового світогляду. Сьогодні такий теоретико-практичний базис є затребуваним і серед учителів інформатики ЗЗСО. Організувати науково-дослідну роботу учнів можна на цікавому й доступному матеріалі, дослідження якого стимулює самостійні наукові пошуки. Невичерпним джерелом такого матеріалу є саме цей розділ математики [5].

Практика навчання дискретної математики у ЗВО призвела до створення різних методичних систем, що забезпечують досягнення цілей та результатів навчання. Окремі компоненти цих систем висвітлено у наукових статтях, навчальних посібниках і підручниках педагогів-дослідників, у методичних рекомендаціях для здобувачів освіти. За останні роки в Україні видано десятки посібників різного змісту для підготовки майбутніх учителів інформатики, фахівців галузі інформаційних технологій, розробників програмного забезпечення. Зміст регламентується нормативними документами, в яких серед іншого зазначено мету та завдання навчання. Очевидно, що мета та завдання навчання комп'ютерної дискретної математики представників різних інформатичних спеціальностей різняться, однак є інваріантна складова, яку мають опанувати усі. Вона не залежить від рівня розвитку комп'ютерної техніки та засобів сучасних цифрових технологій чи специфіки майбутньої професії. Ця складова охоплює розділи математики, вивчення яких формує розуміння логіки роботи комп'ютерної техніки, проєктування новітніх технологій, сутності моделювання і перебігу інформаційних процесів, а також сприяє розвитку критичного, алгоритмічного й логічного мислення, формуванню елементів інформаційної культури [5].

На нашу думку, важливим і своєчасним постає питання здійснення актуалізації міждисциплінарних зв'язків комп'ютерної дискретної математики як фактору фундаменталізації математичної та інформатичної освіти, щоб у найближчому майбутньому запобігти ситуаціям, що наявні сьогодні. Наприклад, здобувачі 1-2-го років навчання бакалаврського рівня вищої освіти сприймають дискретну математику як відірваний від життя набір абстрактних формул пропозиційної логіки, комбінаторики чи теорії множин, який потрібно просто «скласти та забути». Тим більше, що особистий досвід навчання вказує на те, що здобувачі часто обирають інформатичні спеціальності з переконанням, що «там не буде математики». Вони не вбачають прямого зв'язку, наприклад, між таблицями істинності та логічними вентилями у процесорах, між алгоритмом Евкліда та захистом банківських транзакцій, між зв'язністю графів та маршрутизацією пакетів у мережі інтернет. Викладач іноді

постає перед вибором: або спрощувати курс до рівня механічного розв'язання типових задач за шаблоном, або навчати дисципліни на абстрактному рівні, що відштовхує студентів-практиків. Особливо небезпечним це є для майбутніх учителів інформатики, бо, копіюючи таку застарілу модель навчання, вони згодом можуть транслювати аналогічне ставлення й до здобувачів середньої освіти.

Класична структура дискретної математики охоплює комбінаторику, теорію чисел, математичну логіку, теорію алгебраїчних систем, теорію алгоритмів і абстрактну теорію автоматів, теорію формальних мов і граматик, теорію кодування, теорію графів, різницеве числення, дискретну теорію ймовірностей та ін. Зазначимо деякі взаємозв'язки окремих розділів дискретної математики з іншими галузями. Важливим підґрунтям для розроблення алгоритмів, мов програмування та моделей опрацювання інформації є інтеграція математичної логіки й теорії автоматів з інформатикою. Системний аналіз спрямований на вивчення структури реальних об'єктів, процесів і систем та методів їхнього формалізованого опису. Теорія масового обслуговування вивчає математичні моделі потоків заявок і процесів їх обслуговування та широко застосовується для аналізу мережевих, транспортних, виробничих та інформаційних систем.

Семіотика вивчає знакові системи й поділяється на три розділи. Синтактика досліджує зв'язки між знаками та застосовується в інформатиці; семантика вивчає зв'язок знака з його смислом; прагматика аналізує стосунки між учасниками комунікації; усі ці компоненти знаходять безпосереднє застосування в інформатиці. Гнучкість знакових систем уможливлює формалізацію різноманітних інформаційних структур, а поєднання семантики й прагматики дає змогу порівнювати роботу природних і штучних систем.

Розробка лінгвістичного забезпечення інформаційних систем вказує на зв'язок між природничими, суспільними та технічними науками. Для штучного відтворення процесів у реальних об'єктах використовують імітаційне моделювання. На стику лінгвістики, математики, програмування та психології розвивається один із найперспективніших напрямів інформатики – штучний інтелект.

Теорія прийняття рішень досліджує вибір найкращого варіанту з кількох альтернатив в умовах невизначеності. Теорія ігор моделює процеси вибору у конфліктних ситуаціях. Математичне програмування застосовує математичний апарат для пошуку оптимальних розв'язків.

Знання законів логіки є основою для принципів алгоритмізації та програмування. Перетворення двійкових сигналів, а також аналіз і проєктування логічних схем становлять фундамент усієї обчислювальної техніки та автоматики, а логічні методи застосовуються для побудови баз даних. Цей перелік можна продовжити [5].

Очевидно, що перед викладачами дискретної математики постає складне завдання добору змісту освітнього компоненту, оскільки межі цієї галузі чітко не окреслені й усі наведені застосування можуть бути корисними у

професійній підготовці майбутніх фахівців. Цей вибір залежить від мети, завдань та прогнозованих програмних результатів навчання здобувачів вищої освіти, від нормативних документів і безпосередньої структури освітньої програми. Деякі гілки дискретної математики виокремлені в самостійні науки та, відповідно, освітні компоненти.

Надамо кілька цікавих фактів, де методи дискретної математики слугують інструментом вирішення прикладних завдань у різних галузях діяльності людини.

Створений наприкінці 1990-х років алгоритм *PageRank* заклав основу успіху компанії *Google*. Він базується на застосуванні теорії графів і лінійної алгебри. Всесвітня павутина моделюється як орієнтований граф, де вебсторінки є вершинами, а гіперпосилання – ребрами. Сьогодні провідні дослідницькі лабораторії, зокрема *Google Research* та *Google DeepMind*, використовують графові нейронні мережі й інші методи аналізу графів для прогнозування транспортних потоків, моделювання властивостей нових матеріалів і кристалічних структур у межах проєкту *GNoME*, а також для задач пошуку та розроблення лікарських засобів. Моделі лабораторії *OpenAI* перетворюють людську мову на дискретні цифрові ідентифікатори (токени), генерують текст шляхом імовірнісного передбачення наступних елементів послідовності, виконують багатокрокові логічні міркування та використовують методи пошуку в дискретних просторах станів, що демонструє практичне застосування ідей комбінаторики, теорії графів, математичної логіки та теорії ймовірностей у сучасних системах штучного інтелекту.

Безпечні фінансові операції та купівля товарів в Інтернеті через протокол HTTPS ґрунтуються на криптографічних алгоритмах з відкритим ключем, фундаментом яких є модулярна арифметика, теорія чисел і алгоритм Евкліда для знаходження найбільшого спільного дільника.

Алгоритми обчислення найшвидших маршрутів у сервісі *Google Maps* є прикладом застосування алгоритмів пошуку найкоротших шляхів на графах доріг. Завдання складання розкладів авіарейсів, оптимізації графіків чергування медичного персоналу та логістичних процесів на великих складах розв'язуються за допомогою методів комбінаторної оптимізації, розфарбовування графів і цілочисельного лінійного програмування.

Фільтри в *Instagram* та алгоритми стиснення відео у *TikTok* спираються на цифрове подання зображень і відео, у якому кожен кадр розглядається як скінченна двовимірна матриця пікселів, а колір кожного пікселя задається числовими значеннями. Таке подання дає змогу застосовувати методи лінійної алгебри, дискретної математики та теорії інформації для опрацювання, аналізу й стиснення візуальних даних.

Зчитування пошкоджених *QR*-кодів на квитках, а також робота *CD*– і *DVD*-носіїв спираються на коди Ріда-Соломона – один із класичних методів теорії кодування, що ґрунтується на математичному апараті абстрактної алгебри. Вони використовують скінченні поля Галуа та поліноми для автоматичного

виявлення й виправлення помилок під час передавання або зберігання даних у зашумлених каналах.

Сучасні інформаційні системи стикаються з необхідністю опрацювання обсягів даних, що постійно зростають, що зумовило активне впровадження NoSQL-баз даних. Важливу роль у їх функціонуванні відіграють алгоритми та структури даних дискретної математики, які забезпечують ефективне виконання операцій, раціональну організацію даних, стійкість до збоїв і горизонтальну масштабованість, необхідну для роботи глобальних соціальних мереж, платформ електронної комерції та систем Інтернету речей. Графові бази даних, такі як Neo4j, оптимізовані для виконання запитів, пов'язаних з аналізом взаємозв'язків та обходом графових структур, що робить їх важливим інструментом для систем виявлення шахрайства, аналізу соціальних і комп'ютерних мереж та побудови рекомендаційних систем [6].

Міждисциплінарні зв'язки комп'ютерної дискретної математики, галузі її прикладного застосування та компетентності, що формуються у здобувачів вищої освіти під час вивчення цієї дисципліни, узагальнено та представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Міждисциплінарні зв'язки дискретної математики, галузі її застосування та компетентності здобувачів вищої освіти

Розділ дискретної математики	***Міждисциплінарні зв'язки***	***Застосування***	***Компетентності***
Елементи математичної логіки	комп'ютерна архітектура; комп'ютерна схемотехніка; семіотика (синтактика, семантика)	проєктування процесорів (логічні вентилі); створення складних *SQL*-запитів; верифікація критичного програмного забезпечення; штучне відтворення процесів через імітаційне моделювання	здатність до логічного аналізу; здатність до проєктування базових логічних схем
Теорія графів, зокрема дерев	алгоритми та структури даних; мережеві технології; теорія масового обслуговування	алгоритм *PageRank*; маршрутизація *IP*-пакетів; аналіз соціальних мереж; графові нейромережі у штучному інтелекті; графові моделі транспортних мереж; моделювання інформаційних потоків у мережевих системах	здатність моделювати складні нелінійні взаємозв'язки; здатність до системного аналізу мережевих структур

Розділ дискретної математики	***Міждисциплінарні зв'язки***	***Застосування***	***Компетентності***
Теорія чисел	інформаційна безпека; криптографія	криптосистема *RSA*; алгоритми блокчейну; протоколи цифрового електронного підпису	здатність застосовувати теоретико-числові методи для аналізу криптографічних протоколів; здатність використовувати математичний апарат для забезпечення захисту даних
Теорія кодування	теорія інформації	коди Ріда-Соломона для *QR*-кодів; квантово-стійке решітчасте шифрування; математичний опис передавання даних у зашумлених каналах	здатність забезпечувати цілісність та надійність цифрових даних; здатність оптимізувати канали передавання цифрових даних
Комбінаторний аналіз	дискретна теорія ймовірностей; теорія прийняття рішень; теорія ігор і дослідження операцій	оптимізація логістичних ланцюгів; розрахунок ємності сховищ даних; вибір альтернатив в умовах невизначеності; моделювання конфліктних ситуацій; математичне програмування та оптимізація прийняття рішень	здатність застосовувати методи комбінаторної оптимізації; здатність приймати рішення в умовах невизначеності на основі аналізу даних
Рекурентні співвідношення та дискретні алгоритми	наліз алгоритмів; програмування	оцінювання часової складності алгоритмів; динамічне програмування	здатність аналізувати ефективність алгоритмів, алгоритмічне мислення
Теорія автоматів	системне програмування; теорія управління	проєктування логіки та архітектури обчислювальних систем; діалогові системи (чат-боти) на основі скінченних автоматів; моделювання дискретних пристроїв	здатність будувати абстрактні моделі складних динамічних систем; архітектурне проєктування системного програмного забезпечення

Розділ дискретної математики	*Міждисциплінарні зв'язки*	*Застосування*	*Компетентності*
Формальні граматики та мови	конструювання компіляторів; комп'ютерна лінгвістика	розробка лінгвістичного забезпечення для штучного інтелекту; розробка лексичних та синтаксичних аналізаторів; рушії регулярних виразів для пошуку тексту	здатність до абстрактного мислення високого рівня; знання методів формального опису синтаксису мов програмування та природних мов

В умовах сучасного розвитку цифрових технологій роль викладача ЗВО докорінно змінюється. Очевидним є факт, що здобувач освіти може миттєво отримати від штучного інтелекту відповідь на поставлену задачу або отримати програмний код алгоритму. Викладач перестає бути транслятором знань, змінюється його головна місія. Він має стати координатором інтелектуального розвитку здобувачів вищої освіти, допомагати їм бачити міждисциплінарні зв'язки для вирішення складних реальних проблем. Це вимагає від викладача вмінь перекладати математичні абстракції на мову ІТ-завдань, що сприятиме формуванню професійної мотивації у здобувачів та виваженому впровадженню засобів візуалізації. Крім того, педагог має організовувати дослідницькі ситуації, стимулювати здобувачів до висування гіпотез, проведення комп'ютерних експериментів та самостійного відкриття математичних закономірностей. Важливим завданням є навчання здобувачів використовувати карти рефлексії для структурування знань, що допоможе їм усвідомити власну стратегію мислення під час розв'язування прикладних завдань.

Комп'ютерна дискретна математика є важливою інтеграційною ланкою між математичною підготовкою та фаховими дисциплінами комп'ютерного спрямування. Її міждисциплінарний потенціал забезпечує фундаменталізацію професійної підготовки здобувачів вищої освіти через поєднання аналізу абстрактних математичних структур із сучасними методами комп'ютерного моделювання, алгоритмізації та опрацювання даних.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження та аналіз багаторічного досвіду підготовки здобувачів вищої освіти спеціальностей «Середня освіта (Інформатика)», «Математика», спеціальностей галузі «Інформаційні технології» у ЗВО дозволяють зробити такі висновки:

1. Комп'ютерна дискретна математика є інваріантною основою сучасної підготовки майбутніх фахівців в умовах цифрової трансформації освіти, інтеграційним містком між абстрактною математичною теорією та інформаційними технологіями. Її вивчення забезпечує фундаменталізацію

професійного навчання, захист знань випускників від швидкого морального застарівання цифрових інструментів.

2. Побудова навчання на основі міждисциплінарних зв'язків сприятиме перетворенню освітнього компонента з ізольованого теоретичного курсу на життєво необхідний інструмент як для розв'язування прикладних завдань, так і для формування цифрових компетентностей майбутніх учителів інформатики.

3. Систематизація міждисциплінарних зв'язків (таблиця 1) доводить, що кожен розділ дискретної математики має пряму проєкцію на прикладні галузі інформаційних технологій. Це спростовує упередження здобувачів вищої освіти щодо відірваності математики від практики.

4. Встановлено, що зміна ролі викладача ЗВО в умовах цифрової трансформації освіти є чинником подолання когнітивних бар'єрів майбутніх фахівців. Викладач постає координатором інтелектуального розвитку і має змістити фокус із механічного розв'язування завдань за шаблоном на організацію дослідницьких ситуацій, комп'ютерних експериментів та рефлексивний аналіз стратегій їхнього мислення.

5. Для майбутніх учителів інформатики опанування міждисциплінарного потенціалу комп'ютерної дискретної математики має подвійне значення. Воно не лише формує їхню особисту фундаментальну базу, а й закладає методичну готовність до здійснення пропедевтики складних математичних концепцій у ЗЗСО через використання доступного та цікавого практичного матеріалу, зокрема у межах учнівської науково-дослідної роботи.

Подальший науково-методичний пошук у напрямі фундаменталізації підготовки здобувачів вищої освіти засобами дискретної математики доцільно спрямувати на:

1) розробку та впровадження прикладних навчальних завдань, що базуються на комп'ютерному моделюванні дискретних структур за допомогою сучасних мов програмування та графових баз даних;

2) розробку та обґрунтування змісту вибіркових інтегрованих курсів для здобувачів другого рівня вищої освіти спеціальності *А4 «Середня освіта (Інформатика)»*, які орієнтовані на методику навчання елементів теорії графів, комбінаторики, криптографії у межах шкільних гуртків та STEM-проєктів;

3) експериментальну перевірку психолого-педагогічних умов застосування карт рефлексії, що спрямовані на подолання ментальних труднощів здобувачів молодших курсів під час їхнього переходу від написання коду до абстрактного математичного моделювання.

Використана література:

1. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі : монографія / за наук. ред. М. І. Жалдака. Кривий Ріг : Мінерал, 2009. 340 с. URL : https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/667.
2. Триус Ю. В. 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*. 2010. Т. 9. С. 3-16. URL :https://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=2

0&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Nchnpu_2_2010_9_5.

3. Туравініна О. М., Семеріков С. О. Зміст навчання основ математичної інформатики студентів технічних університетів. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу "ІТМ*плюс – 2012"* : Матеріали міжнар. науково-метод. конф., м. Суми, 6-7 груд. 2012 р. Суми, 2012. С. 142-145. URL : https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/106653/.
4. Кобильник Т. П. Методична система навчання математичної інформатики у педагогічному університеті : дис. … канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2008. 279 с. URL : https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/13120aaa-e4b2-4975-a5a9-174a2ae9bb0b.
5. Нестерова О. Д. Навчання дискретної математики студентів інформатичних спеціальностей педагогічних університетів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2011. Т. 10 (17). С. 84-87. URL : https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/bbf7687d-eef0-4d64-85fc-e2946e8e3122.
6. Шевцова Н. В., Бабич С. М. Алгоритми дискретної математики в сучасних інформаційних системах. *Наука і техніка сьогодні*. 2025. Т. 10 (51). С. 2122-2134. URL : https://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/30864/30832.
7. Rosen K. H. Discrete Mathematics and Its Applications. 8th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2019. 1118 p. URL : https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/%5BBook%5D%20Discrete%20mathematics%20and%20its%20applications%20%282019%29_0.pdf.
8. Hart E. W., Sandefur J. Teaching and Learning Discrete Mathematics Worldwide: Curriculum and Research. Humburg : Springer, 2016. 274 p. (ICME-13 Monographs) URL : https://www.academia.edu/122094536/Teaching_and_Learning_Discrete_Mathematics_Worldwide_Curriculum_and_Research.
9. González A., Gallego-Sánchez I., Gavilán-Izquierdo J. M., Puertas M. L. Characterizing Levels of Reasoning in Graph Theory. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2021. Vol. 17, no. 8. Art. em1990. P. 1-16. URL : https://www.ejmste.com/download/characterizing-levels-of-reasoning-in-graph-theory-11020.pdf.
10. Ševčíková A., Milková E. Visual representation of proofs in graph theory. *International Journal of Education and Information Technologies*. 2018. Vol. 12. P. 99-104. URL : https://www.naun.org/main/NAUN/educationinformation/2018/a322008-009.pdf.
11. Gravier S., Ouvrier-Buffet C. Discrete mathematics at university level: Interfacing mathematics, computer science and arithmetic. *HAL Open Science*. 2022. P. 1-28. URL : https://www.academia.edu/66250248/Discrete_mathematics_at_university_level_Interfacing_mathematics_computer_science_and_arithmetic?rhid=40012615390&swp=rr-rw-wc-122094536&nav_from=54a0781b-73a9-4bac-b7b1-d244b462a0f7.

References:

1. Semerikov S. O. (2009). Fundamentalizatsiia navchannia informatychnykh dystsyplin u vyshchii shkoli [Fundamentalization of teaching computer science disciplines in higher education] : monographiya (M. I. Zhaldak, Sci. Ed.). Kryvyi Rih : Mineral. 340 s. URL : https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/667 [in Ukrainian].
2. Tryus Yu. V. (2010). Kompiuterno-oriientovani metodychni systemy navchannia matematynykh dystsyplin u VNZ: problemy, stan i perspektyvy [Computer-oriented methodological systems of teaching mathematical disciplines in universities: problems, state and prospects]. *Naukovyi Chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia 2: Kompiuterno-Oriientovani Systemy Navchannia*, (9). S. 16-29. URL : https://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Nchnpu_2_2010_9_5 [in Ukrainian].
3. Turavinina O. M., Semerikov S. O. (2012). Zmist navchannia osnov matematychnoi informatyky studentiv tekhnichnykh universytetiv. [The content of teaching the basics of mathematical computer science to students of technical universities]. Rozvytok intelektualnykh umin i tvorchykh zdibnostei uchniv ta studentiv u protsesi navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsyklu "ITM*plius – 2012" : Materialy mizhnar. naukovo-metod. konf., m. Sumy, 6-7 hrud. 2012 r. Sumy. S. 142-145. URL : https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/106653/ [in Ukrainian].
4. Kobylnyk T. P. (2008). Metodychna systema navchannia matematychnoi informatyky u pedahohichnomu universyteti [Methodological system of teaching mathematical informatics at a

pedagogical university] : dys. … kand. ped. nauk : 13.00.02. Kyiv. 279 s. URL : https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/13120aaa-e4b2-4975-a5a9-174a2ae9bb0b [in Ukrainian].

5. Nesterova O. D. (2011). Navchannia dyskretnoi matematyky studentiv informatychnykh spetsialnostei pedahohichnykh universytetiv. [Teaching discrete mathematics to students of computer science majors at pedagogical universities]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia № 2. Kompiuterno-oriientovani systemy navchannia*. T. 10 (17). S. 84-87. URL : https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/bbf7687d-eef0-4d64-85fc-e2946e8e3122 [in Ukrainian].
6. Shevtsova N. V., Babych S. M. (2025). Alhorytmy dyskretnoi matematyky v suchasnykh informatsiinykh systemakh. [Discrete mathematics algorithms in modern information systems]. *Nauka i tekhnika sohodni*. T. 10 (51). S. 2122-2134. URL : https://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/30864/30832 [in Ukrainian].
7. Rosen K. H. (2019). Discrete Mathematics and Its Applications. 8th ed. New York : McGraw-Hill Education, 1118 p. URL : https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/%5BBook%5D%20Discrete%20mathematics%20and%20its%20applications%20%282019%29_0.pdf [in English].
8. Hart E. W., Sandefur J. (2016). Teaching and Learning Discrete Mathematics Worldwide: Curriculum and Research. Hamburg : Springer. 274 p. (ICME-13 Monographs) URL : https://www.academia.edu/122094536/Teaching_and_Learning_Discrete_Mathematics_Worldwide_Curriculum_and_Research [in English].
9. González A., Gallego-Sánchez I., Gavilán-Izquierdo J. M., Puertas M. L. (2021). Characterizing Levels of Reasoning in Graph Theory. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. Vol. 17, no. 8. Art. em1990. P. 1-16. URL : https://www.ejmste.com/download/characterizing-levels-of-reasoning-in-graph-theory-11020.pdf [in English].
10. Ševčíková A., Milková E. (2018). Visual representation of proofs in graph theory. *International Journal of Education and Information Technologies*. Vol. 12. P. 99-104. URL : https://www.naun.org/main/NAUN/educationinformation/2018/a322008-009.pdf [in English].
11. Gravier S., Ouvrier-Buffet C. (2022). Discrete mathematics at university level: Interfacing mathematics, computer science and arithmetic. *HAL Open Science*. P. 1-28. URL: https://www.academia.edu/66250248/Discrete_mathematics_at_university_level_Interfacing_mathematics_computer_science_and_arithmetic?rhid=40012615390&swp=rr-rw-wc-122094536&nav_from=54a0781b-73a9-4bac-b7b1-d244b462a0f7 [in English].

O. Nesterova. Interdisciplinary Connections of Discrete Mathematics in the System of Professional Training of Higher Education Learners.

The article analyzes the need for the modernization of higher education in the context of the rapid digital transformation of society through the example of teaching Discrete Mathematics to higher education learners enrolled in specialty A4 Secondary Education (Computer Science), specialty E7 Mathematics, and the field of knowledge F Information Technology. In different higher education institutions and educational programs, this educational component may be referred to as Discrete Mathematics or Computer Discrete Mathematics. Within the scope of this study, the term Discrete Mathematics is used as a generalized concept, while particular attention is paid to its computer-oriented content and applied aspects.

Interdisciplinary connections between discrete mathematics and other sciences, as well as curricular components of professional training programs, are outlined as a means of developing a holistic understanding of the subject matter and solving complex problems using approaches from related fields. The transfer of knowledge and skills from one discipline to another, their integration, and collaboration among specialists from various fields contribute to increasing student motivation and improving the quality of learning outcomes in higher education.

The current stage of development in computer science and its applied applications is characterized by the creation of large-scale information systems, the development of local and global networks, and the use of robotic systems, artificial intelligence, the Internet of Things, big data technologies, quantum computing, and blockchain in production processes. Innovative IT sectors share a common foundation, as they operate in a discrete digital space.

The digital transformation of society, particularly in the field of education, is placing new demands on the quality of training for specialists whose future careers are linked to computer science.

This article explores the role and place of discrete mathematics as the foundation for developing higher education learners' logical, algorithmic, and engineering thinking. In our view, traditional approaches to teaching mathematical disciplines in the context of the digitalization of education require significant changes.

The traditional system of teaching mathematical disciplines in higher education institutions predominantly includes branches of continuous mathematics, which does not fully correspond to the actual needs of the high-tech labor market. Consequently, there is a growing need to shift the emphasis in the professional training of higher education students from continuous mathematics to discrete mathematics. The significance of theoretical knowledge of its principles and methods, as well as practical skills in modeling and processing discrete structures in future professional activities, is substantiated for both computer science teachers and specialists in mathematics, computer science, programming, information systems, and information technology fields. The integrative function of computer discrete mathematics is demonstrated, uniting numerous sections that function as independent disciplines and corresponding educational components. Discrete mathematics acts as a bridge between abstract mathematical theories and the practical solution of applied problems faced by specialists in the fields of computer science.

It has been demonstrated that one of the pedagogical means of laying a solid foundation for the training of higher education students is to establish interdisciplinary links between discrete mathematics and the theoretical foundations of computer science, computer science disciplines, and programming. Through mastering the elements of graph theory, Boolean algebra, mathematical logic, combinatorial analysis, coding theory, automata theory, and data security systems, abstract mathematical ideas are translated into computer code, database architecture, encryption algorithms, and message exchange models in neural networks. The study of computer discrete mathematics in computer science education helps to strengthen the links between theory and practice and fosters a deeper understanding of the essence of abstract mathematical concepts. At the same time, it helps higher education learners develop algorithmic, logical, and critical thinking, as well as specific general and professional competences.

The theoretical foundations of interdisciplinary learning have been investigated, and the cognitive difficulties encountered by students during the transition from direct code writing and the use of digital educational platforms, and interactive web resources to abstract mathematical modeling of finite structures have been identified. It has been demonstrated that the targeted use of interdisciplinary links between computer discrete mathematics and the architecture of computing systems, programming languages, big data analysis, and the theory of algorithms, etc., contributes to the fundamentalization of learning.

***Keywords**: discrete mathematics, interdisciplinary connections, fundamentalization of education, higher education learners, future computer science teachers, IT specialists.*

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.03.2026

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 13.04.2026

Дата публікації: 30.04.2026