

МАТЕМАТИЧНЕ МОВЛЕННЯ ЯК ПРОДУКТОГЕННИЙ ФАКТОР ВПЛИВУ В САМОНАВЧАННІ СТУДЕНТІВ ІТ-СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Оксана ДУБІНІНА ✉

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Україна
Oksana.Dubinina@khp.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-6928-0325>

MATHEMATICAL SPEECH AS A PRODUCTIVE FACTOR OF INFLUENCE ON THE SELF-EDUCATION OF STUDENTS OF IT-SPECIALTIES

Oksana DUBININA ✉

National Technical University
«Kharkov Polytechnic Institute», Ukraine
Oksana.Dubinina@khp.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-6928-0325>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. На теперішній час при підготовці ІТ-фахівців вища інженерна школа постає перед необхідністю подолання протиріччя між професійно затребуваним широким спектром математичних знань і умінь для вище названих фахівців і обмеженістю у часі отримання вищої професійної освіти. Актуальність роботи детермінується тим, що здатність сучасних фахівців, які беруть участь в індустріальному виробництві програмної продукції, до синтезу та компетентного використання у своїй професійній діяльності математичного апарату, залежить від опанування ними математичної мови, як універсального інформаційно-зберігаючого, комунікативного, трансляційного, інтегруючого наукове знання інструменту загальнопланетарного застосування. Мета презентованого дослідження полягає у з'ясуванні зв'язку та визначенні його міри між станом базових комунікативних якостей математичного мовлення студентів та результатами виконання ними завдань суто професійного характеру.

Матеріали і методи. Обробка експериментальних даних проводилася на основі кореляційного аналізу. У роботі схарактеризовано базові комунікативні якості математичного мовлення, запропоновано авторську концептуальну модель прояву і функціонування математичної мови через математичне мовлення. Проведено порівняльний аналіз скорочення аудиторних годин відведених на вивчення розділів вищої математики для студентів спеціальності Інженерія програмного забезпечення за останні 15 років.

Результати. Поглиблене вивчення математичної мови та розвиток математичного мовлення здобувачів вищої освіти у галузі інформаційно-комунікаційних технологій сприяє продуктивному використанню потенціалу математики задля інтенсифікації навчального процесу по підготовці цих фахівців.

Висновки. Діагностування стану базових комунікативних якостей математичного мовлення майбутніх ІТ-фахівців засвідчило, що не зважаючи на досить високий прохідний бал з математики при вступі до вищого технічного навчального закладу порівняно з іншими інженерними спеціальностями, 7,7% студентів і 22,2% перебуває відповідно на дуже низькому і низькому рівнях сформованості цих якостей. Доведено, що означений факт негативно впливає на здатність самостійного опрацювання здобувачами вищої освіти літератури технічного і математичного спрямування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: математична мова; математичне мовлення; базові якості; математична культура; самоосвіта; програмна інженерія.

ДЛЯ ЦИТУВАННЯ: Дубініна О. Математичне мовлення як продуктогенний фактор впливу в самонавчанні студентів ІТ-спеціальностей. *Фізико-математична освіта*, 2025. Том 40. № 3. С. 12-18. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-02>.

ABSTRACT

Formulation of the problem. At present, when training IT specialists, higher engineering schools face the need to overcome the contradiction between the professionally demanded wide range of mathematical knowledge and skills for the above-mentioned specialists and the time limit for obtaining higher professional education. The relevance of the work is determined by the fact that the ability of modern specialists involved in the industrial production of software products to synthesize and competently use the mathematical apparatus in their professional activities depends on their mastery of the mathematical language as a universal information-storing, communicative, translational, integrating scientific knowledge tool for global application. The purpose of the presented study is to clarify the relationship and determine its extent between the state of students' basic communicative qualities of mathematical speech and the results of their performance of purely professional tasks.

Materials and methods. Processing of experimental data was carried out using correlation analysis. The basic communicative qualities of mathematical speech are described in the paper, and the author's conceptual model of the implementation and functioning of the mathematical language through mathematical speech is proposed. The comparative analysis of the reduction of audience time allotted for the study of advanced maths sections for students of the Software Engineering specialty over the past 15 years has been conducted.

Results. Enhanced studying of the mathematical language and development of mathematical speech of higher education graduates in the field of information and communication technologies contributes to the productive use of the potential of mathematics in order to intensify the educational process for the training of these specialists.

Conclusions. Diagnostics of the state of basic communicative qualities of mathematical speech of future IT specialists showed that despite a fairly high passing score in mathematics when entering a higher technical educational institution, compared to other engineering specialties, 7.7% of students and 22.2% are at very low and low levels of these qualities, respectively. It is proven that this fact negatively affects the ability of higher education students to independently process technical and mathematical literature.

KEYWORDS: mathematical language; mathematical speech; basic qualities; mathematical culture; self-education; software engineering.

FOR CITATION: Dubinina, O. (2025). Mathematical Speech as a Productive Factor of Influence on the Self-Education of Students of IT-Specialties. *Physical and Mathematical Education*, 40(3), 12-18. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-02>.

ВСТУП

Постановка проблеми. Ринок праці IT-фахівців в Україні доволі великий, проте натепер залишається кількісно кадрово ненасиченим. У міжнародному вимірі навпаки за останні 10 років спостерігається тенденція своєрідного скорочення працівників IT-галузі, тобто відбувається звільнення створювачів програмного коду та заміна їх на більш висококваліфікованих фахівців, які спроможні виробляти програми, що самі пишуть і перевіряють програмний код. Прогноз фахових експертів на майбутнє «кодинга у відсутності кодинга», а для сучасного програмування – «полягає не в тому, щоб друкувати, а в тому, щоб думати» (Peterson, 2017).

З огляду на швидкість розвитку безпосередньо самих інформаційних технологій цей тренд стосується всіх країн, залучених до виробництва програмної продукції. Проте не всі робітники IT-галузі зможуть опанувати нові знання і перейти відразу на ті ділянки роботи, які поки що не можна автоматизувати. Отже, актуальною проблемою стає підготовка випускників здатних до самонавчання і професійного самовдосконалення, виявлення факторів впливу на продуктивність та ефективність подібного освітнього процесу.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз досліджень і публікацій з питання математичної підготовки майбутніх фахівців галузі інформаційно-комунікаційних технологій показав, що науково-педагогічні працівники, які займаються професійною підготовкою майбутніх програмних інженерів, а також керівники та провідні фахівці IT-компаній узгоджено підтримують думку про необхідність високого рівня математичної культури інженерів з програмного забезпечення, зважаючи на тенденції розвитку відповідної галузі виробництва. Оскільки, програмна інженерія являє собою специфічну форму інженерії, яка застосовує принципи інформатики та математики для отримання рентабельних рішень в галузі програмного забезпечення (Courant & Robbins, 1996; Denning & Rosenbloom, 2009). Викладання та вивчення мови математики є життєво важливими для розвитку математичної грамотності (Riccomini et al., 2015), а отже і математичної культури. Розробники програмного забезпечення безперервно удосконалюють методи програмування, велика кількість з яких підтверджує свою ефективність в практичних проектах. Тим не менше не припиняють виникати проблеми, які стосуються, наприклад, питань невиконання бюджетів і термінів аж до припинення проектів, в які вкладені зазвичай великі кошти, через людський фактор. Одним із способів покращити ситуацію є концентрація зусиль на більш ефективному та продуктивному навчанні (Klochko, 2004; Kovalyuk & Yefimenko, 2011; Kucheruk, 2011) нового покоління інженерних кадрів та пошук факторів, що впливають на таке навчання.

Мета статті. Відтак, мета презентованого дослідження полягає у з'ясуванні зв'язку та визначенні його міри між станом базових комунікативних якостей математичного мовлення та результатами виконання завдань суто професійного характеру здобувачами вищої освіти у галузі знань «інформаційно-комунікаційні технології». Отже, постають наступні завдання: 1) схарактеризувати базові комунікативні якості математичного мовлення в рамках концептуальної моделі прояву і функціонування математичної мови через математичне мовлення; 2) визначити, згідно розробленої шкали рівнів, і проаналізувати стан базових комунікативних якостей математичного мовлення студентів, що навчаються за спеціальністю інженерії програмного забезпечення; 3) дослідити вплив означених якостей на результати самонавчання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У пропонованій роботі обробка експериментальних даних проводилася на основі кореляційного аналізу. Система визначення стану базових комунікативних якостей математичного мовлення є порядковою шкалою, оскільки не можливо категорично виміряти на скільки дуже високий рівень означених якостей у одного студента відрізняється у бік збільшення від високого рівня іншого, і на скільки рівень останнього більше того, що має середній рівень. Шкалу успішності виконання лабораторних робіт з програмування, побудовану за допомогою бальних оцінок, строго можна розглядати теж лише як порядкову. Оскільки важко сказати скільки знань, умінь чи навичок «міститься» в одному балі, хоча 100-бальна шкала дає більш диференційовану градацію оцінювання і виникає хибне враження ніби вона метрична.

Відтак аналіз тісноти зв'язку між емпіричними змінними, а саме рівнем базових комунікативних якостей математичного мовлення і успішністю виконання лабораторної роботи з фахової дисципліни, які не можуть бути вимірними в інтервальної або реляційній шкалах, але піддаються впорядкуванню і можуть бути проранжовані по мірі спадання або зростання ознаки, було проведено на основі рангової кореляції Спірмена. Оскільки у разі порядкових шкал приписування чисел неоднозначне, то надані експериментальним даним ранги визначають відносну інтенсивність досліджуваної якості, але не «абсолютну» її величину.

Задля аргументації необхідності проведення емпіричного дослідження та підтвердження його актуальності було здійснено вивчення та проведений порівняльний аналіз навчальних планів по підготовці фахівців з програмної інженерії за останні більш ніж 15 років. Підсумком педагогічного моделювання стала концептуальна модель прояву і функціонування математичної мови через математичне мовлення.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Світова тенденція стосовно вищої освіти сьогодення полягає в тому, що у більшості випадків університети не мають в своєму розпорядженні значних фінансових та кадрових ресурсів. Україна у цьому контексті не є виключенням. Тому підготовка здобувачів вищої освіти у галузі інформаційних технологій, з одного боку, потребує інтенсифікації навчального процесу, з іншого – ринок праці вимагає висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців, що відповідають сучасним постійно зростаючим вимогам, що унеможливує суто механічне скорочення і ущільнення загальних термінів навчання, тривалості семестрів та інших змін, які стосуються навчального плану підготовки IT-фахівців. Відтак, постає необхідність використання загальнодоступних відкритих джерел інтенсифікації навчання, винайдення додаткових дидактичних ресурсів та резервів які дозволять впровадити систему безперервного вдосконалення освітнього процесу, використовуючи навчальний час таким чином, щоб студенти мали змогу у повній мірі опанували практичні знання технічних основ.

Одним із таких резервів є продуктивна самостійна робота студентів по опануванню зовсім нового для них професійно необхідного навчального матеріалу. Тобто не поглиблення і закріплення того знання та практичних умінь і навичок, що були отримані на аудиторних заняттях, а саме спроможність до наукового інженерного пошуку з отриманням практичного результату. Підтвердженням цієї думки, на наш погляд, є існування спеціального курсу лекцій з математичної мови у державному франкомовному університеті дистанційного навчання TÉLUQ, який входить до системи Університету Квебеку і випускає понад 20000 студентів на рік (Affes, 2020).

До математичної підготовки інженера-програміста традиційно входять наступні розділи: лінійна та векторна алгебра, аналітична геометрія, диференціальне числення функції однієї змінної, невизначений інтеграл, визначений інтеграл, функції декількох змінних, кратні та криволінійні інтеграли, елементи теорії поля, диференціальні рівняння, ряди, функції комплексного змінного, операційне числення, комп'ютерна дискретна математика, теорія ймовірностей та математична статистика, теорія графів, дослідження операцій, чисельні та обчислювальні методи.

Порівняльний аналіз навчальних планів за 2006 та 2016 роки, на підставі яких відбувалась професійна підготовка фахівців з програмної інженерії у 2006 / 2007 та 2016 / 2017 навчальних роках, показав скорочення загальної кількості аудиторних годин, наприклад, з вищої математики від 345 до 224 навчальних годин. На тепер цей показник дорівнює 150 годин. Тобто відбулося фактичне скорочення фундаментальної для будь-якої галузі інженерії дисципліни на 195 годин, чи зменшення на 56,5 %. У таблиці 1 наведено динаміку скорочення вище означених аудиторних годин за такими формами навчання студентів, як лекційні та практичні заняття.

Таблиця 1. Зміна чисельності аудиторних годин з вищої математики з 2006 по 2025 роки (спеціальність «Інженерія програмного забезпечення»)

Роки:	2006 / 2007 навчальний рік		2016 / 2017 навчальний рік		2024 / 2025 навчальний рік	
форма занять:	лекції	практика	лекції	Практика	лекції	практика
I семестр	60	60	80	64	49	33
II семестр	75	60	48	32	41	27
III семестр	45	45	–	–	–	–

Джерело: авторська розробка.

Якщо розглядати вищу освіту з точки зору виробництва, то відбулося зниження собівартості підготовки випускників. Проте перед педагогами-науковцями постає завдання не тільки не втратити якість, але винайти шляхи, які дозволять зберегти найкращі науково-методичні здобутки та національні традиції математичної підготовки майбутніх інженерів.

Однією з умов успішного розвитку математичного мовлення є безпосереднє спілкування. Викладачі вищої математики, математичне мовлення яких близьке до досконалого, саме протягом аудиторних занять швидше за все та продуктивніше передають свій досвід студентам.

Встановлено, що сформованість таких категорій як математична мова і математичне мовлення у суб'єктів навчання забезпечують свідомість навчання, позитивно впливають на запам'ятовування і уяву, максимально розкривають можливості математичного стилю мислення, у складі якого такі види як: абстрактне, алгоритмічне, аналітичне, діалектичне, інтуїтивне, креативне, дослідницьке, логічне, практичне, просторове, символічне, структурне, функціональне (Dubiniņa & Kornil, 2016).

Однак існують об'єктивні залежності результату засвоєння математичної мови від розвивального потенціалу освітнього середовища, а саме: залежність темпу збагачення мови від загального рівню математичної культури студента, загального розвитку інтелекту, здібностей до математики, особливостей мовленнєвої пам'яті; засвоєння норм і правил математичної мови; розуміння семантики; активності мовленнєвої практики тощо.

До базових комунікативних якостей математичного мовлення, згідно концептуальної моделі прояву і функціонування математичної мови через математичне мовлення (рис. 1) відносимо наступні.

Доречність – обрання певних мовних засобів, завдяки яким мовлення відповідає меті та умовам спілкування.

Конкретність – високий рівень визначеності, відсутність двозначності математичного мовлення, спроможність однозначного тлумачення природною мовою, носієм якої є студент (Hersh, 2014).

Лаконічність – відсутність розпливчатості, стислість, небагатослівність – викладення думок з використанням найменшої кількості слів. Задля лаконічності мовлення необхідно відокремлювати головне від другорядного, концентрувати виклад на контексті, прибирати з тексту нагромадження зайвих слів. Лаконічність цінується не тільки в письмовому та усному математичному мовленні, але і в мовах програмування.

Логічність – спроможність мовленнєво передати логіку мислення. Одна з основних задач логіки визначити, як прийти до висновку з правильних передумов і отримати істинне знання про предмет роздумів, щоб глибше розібратися в нюансах досліджуваного предмета мислення і його співвідношеннях з іншими аспектами даного явища. Логічне мислення передбачає широке використання засвоєних знань, подолання бар'єру минулого досвіду, відходу від звичного перебігу думки, отримуючи одну думку з іншої, для розв'язання протиріч між актуалізованими знаннями і вимогами проблемної ситуації, спираючись на оригінальність рішень, їх своєрідність. До логічних операцій відносимо аналіз, синтез, порівняння, абстракцію, узагальнення, конкретизацію, тощо. До логічних форм – поняття, судження, оцінки й умовиводи. Логічні операції дозволяють розуму глибше проникати в суть речей і явищ, досягати їх внутрішні закономірності та зв'язки.

Вміння чітко та логічно формулювати думку, щоб належним чином донести її зміст до співрозмовника щільно пов'язане з навичками опрацювання і розуміння математичних текстів. Тому є актуальними публічні виступи студентів під час аудиторних занять різних форм організації навчального процесу. Проте спеціалізовані форми мови використовуються не тільки для спілкування з іншими, але навіть для створення нової математики (Morgan, 2020).

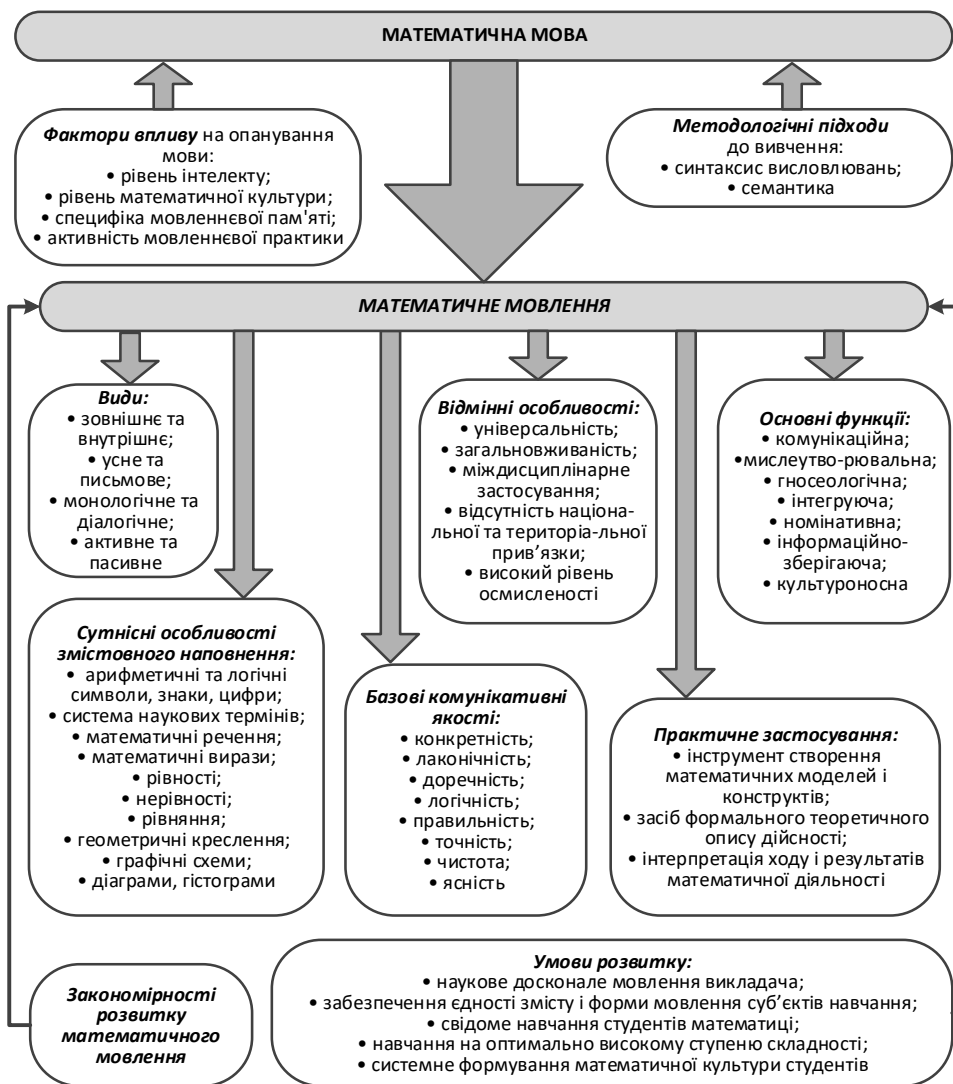


Рис. 1. Концептуальна модель прояву і функціонування математичної мови через математичне мовлення

Джерело: авторська розробка.

Правильність – дотримання усталеної логіко-термінологічної основи мови, уникнення синтаксичних та семантичних помилок. Під синтаксисом (від лат. *сύνταξις* – побудова, порядок, складання) формалізованої мови розуміємо систему правил побудови виразів цієї мови та перевірки того, чи є ці вирази правильно побудованими формулами, аксіомами, теоремами, висновками або доказами, включаючи набір граматичних правил. Отже, тут з'являється універсальність. Наприклад, у дослідженні А. Плотницького (Plotnitsky, 2024) стверджується, що «з моменту свого виникнення в шістнадцятому столітті і до наших днів розвиток сучасної фізики як математично-експериментальної науки визначався винаходом нових математичних структур». Так завдяки використанню диференційних рівнянь стали можливими наступні великі винаходи: класична механіка, електромагнітна теорія Максвелла, теорія відносності, квантова теорія. Підтримує вище означене положення Н. Жізін, зазначаючи, що математична мова формує розуміння часу у фізиці (Gisin, 2020). Також має значення правильне написання знаків і символів, вживання та написання термінів і позначень, виконання і розуміння графічних зображень, креслень, схем, діаграм тощо. Розуміння осмислених виразів математичної мови складає її семантику. Семантичні (від грецької – *σημαντικός* – який означає) – це помилки, пов'язані з неправильним змістом дій, порушенням логіки і використанням неприпустимих значень величин.

Точність – відмінна категорична риса математичної мови, що передбачає раціонально та акуратно виконувати записи, обирати раціональний шлях розв'язань та доказів математичного характеру, усно або письмово не просто правильно передавати факти відповідно до вимог завдання, але і обирати для цієї мети найкращі мовні засоби. Мовленнєві види діяльності, які словесно або письмово сприяють розвитку точно формулювати думки та викладати математичний матеріал одночасно розкривають здібності сприйняття математичних текстів.

Чистота – це відсутність в усному або ж писемному мовленні неприйнятних або, що не відповідають нормам математичної мови елементів. Як зазначають французькі викладачі математики (Rigny & López, 2016), на будь-якому етапі вивчення математичних дисциплін має відбуватися вивчення або удосконалення математичної лексики в певних структурованих рамках. При цьому вони застерігають викладати математичну мову як природню, у якій допускається що значення слів можуть виникати із досвіду. Однак, в математиці це так не працює.

Ясність – усвідомлення і виокремлення предмета мовленнєвого повідомлення у математичному просторі, яке характеризується обґрунтованістю проведених міркувань, умінням самостійно наводити приклади і пояснювати їх.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На базі Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» серед студентів першого курсу, що навчаються за спеціальністю «Інженерія програмного забезпечення» проведено дослідження по з'ясуванню наявності зв'язку між станом базових якостей математичного мовлення студентів та результатами лабораторних робіт з програмування, виконання яких передбачає попереднє самостійне складання математичної моделі.

Поточний стан базових якостей математичного мовлення студентів вимірювався на основі кваліметричної методики (Дубініна, 2014). При цьому застосовано наступну шкалу рівнів: дуже високий (ДВ); високий (В); середній (С); низький (Н); дуже низький (ДН). Значення питомої вагомості кожної з вище розглянутих якостей, було визначено шляхом експертизи. У якості експертів було залучено близько 40 викладачів циклу математичних дисциплін. Зауважимо, що оскільки основний недолік експертної оцінки - суб'єктивізм, то для отримання більш об'єктивних показників питомої вагомості окремо взятої якості у загальному показнику, нами для визначення узгодженості між експертами було використано коефіцієнт конкордації Кендалла, який склав – 0,78. Що, вочевидь, підтверджує високу узгодженість експертів, тим самим об'єктивізуючи результати експериментального дослідження.

Оцінювання лабораторної роботи з програмування відбувалось за 100-бальною системою ECTS: А (90 – 100 балів) – виконання роботи відмінне лише з незначною кількістю помилок; В (82 – 89 балів) – дуже добре, тобто завдання виконано вище середнього рівня, але з кількома помилками; С (75 – 81 бал) – добре: в цілому правильна робота з певною кількістю значних помилок; D (64 – 74 бали) – задовільно: непогано, але зі значною кількістю недоліків; E (60 – 63 бали) – достатньо: виконання лабораторної роботи задовольняє мінімальним критеріям; Fx (35 – 59 балів) – не задовільно: з можливістю повторного складання на наступному занятті, після усунення вказаних викладачем недоліків; F (1 – 34 бали) – неприйнятно: з обов'язковим повторним вивченням відповідного розділу дисципліни.

До участі в експерименті було залучено 26 студентів, які навчаються в одній академічній групі.

Обробку результатів експерименту здійснено на основі методу рангової кореляції. Вибір цього статистичного методу, в першу чергу, пов'язаний з тим, що досліджувані ознаки виміряні за допомогою різних шкал. Стан базових якостей математичного мовлення – за неметричною якісною шкалою, а виконання лабораторної роботи з програмування – за метричною 100-бальною шкалою. Дані для розрахунків табульовано. Відтак, у таблиці 2 проранжено експериментальні дані задля подальшого знаходження квадратів різниць відповідних рангів.

Отже, об'єм вибірки складає: $n = 26$. Для подальших обчислень введемо наступні позначення: x_j ((2)** , (7)**) та y_j ((4)***, (9)***) – варіанти вибірок X і Y відповідно; Rx_j ((3)****, (8)****) та Ry_j ((5)****, (10)****) – ранги величин X і Y . Тоді $d_j = Rx_j - Ry_j$.

Таблиця 2. Розрахунок коефіцієнту кореляції рангів

(1)*	(2)**	(3)****	(4)***	(5)****	(6)*	(7)**	(8)****	(9)***	(10)****
1	В	19,5	(85) В	21	14	Н	5,5	(66) D	6
2	ДВ	24	(87) В	22	15	Н	5,5	(75) С	12
3	ДВ	24	(96) А	26	16	С	13	(78) С	15
4	С	13	(82) В	19	17	Н	5,5	(60) E	2
5	С	13	(76) С	13	18	В	19,5	(79) С	16
6	С	13	(64) D	4	19	С	13	(70) D	8
7	Н	5,5	(80) С	17	20	Н	5,5	(65) D	5
8	С	13	(74) D	11	21	С	13	(73) D	10
9	ДВ	24	(88) В	23	22	ДН	1,5	(21) F	1
10	ДВ	24	(81) С	18	23	В	19,5	(84) В	20
11	ДН	1,5	(61) E	3	24	С	13	(72) D	9
12	В	19,5	(94) А	25	25	Н	5,5	(67) D	7
13	ДВ	24	(89) В	24	26	С	13	(77) D	14

* – порядковий № студента, який брав участь у експерименті
 ** – стан базових якостей математичного мовлення – ознака X
 *** – бали та відповідна оцінка за виконання лабораторної роботи – ознака Y
 **** – наданий ранг

Джерело: авторська розробка.

У даному випадку значення вимірюваної величини змінюється практично рівномірно, без явних «стрибків». Тобто, якщо розташувати оцінки в порядку зростання, то кожна подальша оцінка відрізняється від попередньої приблизно однаково. Крім того, відмінність значень двох оцінок в порівнянні із самими оцінками відносно невелика. Відтак, у цьому експерименті доцільно використати коефіцієнт Спірмена. Аналіз многокутника розподілу рангів, показує, що певним чином ознаки X і Y пов'язані між собою, проте залишається до кінця не зрозумілим, якого він напрямку та сили.

В експерименті маємо ранги, що повторюються, для ознаки X . В цьому випадку вводиться поправка на однакові ранги в ранговому ряді. Поправка розраховується для кожного ряду окремо. Поправка для кожного ряду розраховується з урахуванням усіх груп однакових рангів в цьому ряді.

Якщо серед значень ознак X та Y зустрічається декілька однакових, утворюються так звані зв'язані ранги, тобто однакові середні номери. У такому разі коефіцієнт Спірмена обчислюється за формулою:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_i d_i^2 - T_x - T_y}{\sqrt{n^3 - n - 12T_x} \cdot \sqrt{n^3 - n - 12T_y}}, \quad (1)$$

де $T_x = \frac{1}{12} \sum_j (T_{xj}^3 - T_{xj})$; $T_y = \frac{1}{12} \sum_k (T_{yk}^3 - T_{yk})$ – поправки для груп з однаковими рангами в рядах X та Y відповідно;

j – номери груп з однаковими рангами по порядку для ознаки X ; T_{xj} – об'єм j -ї групи однакових рангів в ранговому ряду X ;

k – номери груп з однаковими рангами по порядку для ознаки Y ; T_{yk} – об'єм k -ї групи однакових рангів в ранговому ряду Y .

Відповідно даним таблиці 2 ранги надано за зростанням обох ознак. Тобто, найкращому результату відповідає найбільший ранг. Ознака Y не має повторюваних значень рангів, тому $T_y = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^6 (T_{yk}^3 - T_{yk}) = 0$. За зростанням ознаки X

маємо такі числа однакових рангів по п'яти групах: $T_{x1}=2$; $T_{x2}=6$; $T_{x3}=9$; $T_{x4}=4$; $T_{x5}=5$. Звідси

$$T_x = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^5 (T_{xj}^3 - T_{xj}) = 93.$$

Виконавши розрахунки за формулою (1), отримуємо коефіцієнт Спірмена $r_s = 0,844$. Отже, за шкалою Чертока має місце прямий сильний зв'язок.

Значимість отриманого результату перевіримо шляхом висунення нульової гіпотези про наявність зв'язку між досліджуваними ознаками. Перевірку гіпотези здійснюємо через порівняння розрахункового коефіцієнту r_s з критичним значенням $r_s(n) = r_s(26)$, які беремо із статистичної таблиці «Критичні значення коефіцієнта кореляції рангів Спірмена».

Для $n=26$ маємо: $r_{0,05}(26) = 0,394$, $r_{0,01}(26) = 0,504$. Отже, гіпотеза про наявність зв'язку підтверджується, та при цьому маємо зв'язок середньої сили. Проілюструємо цей факт, побудувавши відповідну «вісь значущості» (рис. 2).

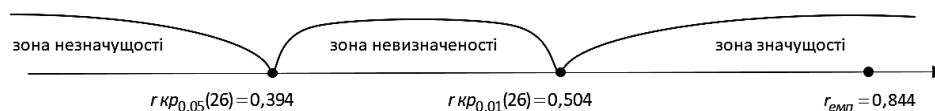


Рис. 2. Вісь значущості

Джерело: авторська розробка.

Отримане значення коефіцієнту рангової кореляції Спірмена доводить, що базові якості математичного мовлення впливають на продуктивність навчання майбутніх програмних інженерів. Цей факт надає підстави вважати, що стан базових комунікативних якостей впливає на якість сприйняття і глибину розуміння текстів технічного і математичного характеру в ході самостійного вивчення наукової літератури.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Резюмуючи вище викладене дослідження, можна стверджувати, що викладання циклу математичних дисциплін для здобувачів вищої освіти з інформаційних технологій доцільно проводити з акцентом на поглиблене вивчення математичної мови та розвиток математичної мовленнєвої компетенції студентів. Оскільки таке спрямування сприяє продуктивному використанню потенціалу математики задля інтенсифікації навчального процесу в ході підготовки цих фахівців.

Діагностування стану базових комунікативних якостей математичного мовлення майбутніх ІТ-фахівців засвідчило, що не зважаючи на досить високий прохідний бал з математики при вступі до вищого технічного закладу порівняно з іншими інженерними спеціальностями, 7,7% студентів і 22,2% перебуває відповідно на дуже низькому і низькому рівнях їх сформованості. Доведено, що означений факт негативно впливає на здатність самостійного опрацювання здобувачами вищої освіти літератури технічного і математичного спрямування.

Перспективою подальших розвідок є перегляд структурно-логічної схеми підготовки бакалаврів з метою встановлення нових зв'язків між предметами професійного і математичного циклів, що дозволить цілеспрямовано здійснювати пошук резервів покращення якості освіти майбутніх працівників ІТ-сфери. Вважаємо, що в ході підвищення кваліфікації викладачів математичних дисциплін доцільною проводити цілеспрямовану роботу щодо теоретичної, практичної і методичної їх готовності до підвищення рівню розвитку математичного мовлення студентів у вищій школі. Також подальші дослідження можуть зосередитися на вдосконаленні кваліметрії математичної мови.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дубініна, О. М. (2014) Кваліметрія математичної культури студентів за напрямом професійної підготовки «Програмна інженерія». *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 5 (2), 17-22.
2. Клочко, В. І. (2004) Проблема трансформації змісту курсу вищої математики в технічних університетах в умовах використання сучасних інформаційних технологій. *Дидактика математики: проблеми і дослідження*, 22, 10-15.
3. Ковалюк, Т., & Єфіменко, О. (2011) Про розвиток ІТ – освіти України. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології*, 719, 293-297.

4. Кучерук, О. Я. (2011) Роль математичної підготовки у професійній підготовці IT-фахівців. *Вища освіта України. Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору»*, 3, 216-222.
5. Affes, H. (2020) *Langage mathématique de base. Module 1: Cours magistral*. Université TÉLUQ URL : https://mat1001.teluq.ca/teluqDownload.php?file=2020/01/MQT1001_Module1_lecture_ha.pdf
6. Courant, R., & Robbins, H. (1996) *What Is Mathematics? An Elementary Approach to Ideas and Methods*. London: Oxford University Press.
7. Denning, P. J., & Rosenbloom, P. S. (2009) Computing: The fourth great domain of science. *Communications of the ACM*, 52 (9), 27-29.
8. Dubinina, O. & Kornil, T. (2016). Mathematical language at technical university. *Theory and practice of social systems management*, 4, 26-34.
9. Gisin, N. (2020) Mathematical languages shape our understanding of time in physics. *Nature Physics*, Volume 16, pp.114-116. Springer Nature Limited. <https://doi.org/10.1038/s41567-019-0748-5>
10. Hersh, R. (2014) *Experiencing Mathematics: what do we do, when we do mathematics?* Providence, USA: American mathematical society.
11. Morgan, C. (2020). Mathematical Language. In: Lerman, S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_99
12. Peterson, B. (2017) The CEO of GitHub, which caters to coders, thinks automation will bring an end to traditional software programming. *Business insider*, 10. URL : <http://www.businessinsider.com/github-ceo-wanstrath-says-automation-will-replace-software-coding-2017-10>
13. Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M., & Fries, K. M. (2015) The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary. *Reading & Writing Quarterly. Instructional Support for Language Barriers in the Learning and Teaching of Mathematics*, 31(3), 235-252. DOI: 10.1080/10573569.2015.1030995
14. Rigny, A., & López, P. (2016). *Le langage mathématique dans tous ses états*. EDP Sciences.
15. Plotnitsky, A. (2024). "In Mathematical Language": On Mathematical Foundations of Quantum Foundations. *Entropy*, 26(11), 989. <https://doi.org/10.3390/e26110989>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Dubinina, O. M. (2014). Kvalimetriia matematychnoi kultury studentiv za napriamom profesiinoi pidhotovky «Prohramna inzheneriia» [Qualitative assessment of students' mathematical culture in the direction of professional training "Software engineering"]. *Naukovi zapysky. Seriia: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity – Scientific notes. Series: Problems of methodology of physical, mathematical and technological education*, 5 (2), 17-22 (in Ukrainian).
2. Klochko, V. I. (2004) Problema transformatsii zmistu kursu vyshchoi matematyky v tekhnichnykh universytetakh v umovakh vykorystannia suchasnykh informatsiynykh tekhnolohii [The problem of the transformation of the course contents of higher mathematics in technical universities in the use of modern information technologies]. *Dydaktyka matematyky: problemy i doslidzhennia: Mizhnarodnyi zbirnyk naukovykh robit – Didactics of mathematics: Problems and investigations: International collection of scientific works*, 22, 10-15 (in Ukrainian).
3. Kovaliuk, T., & Yefimenko, O. (2011) Pro rozvytok IT-osvity Ukrainy [On the development of IT education in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*. *Kompiuterni nauky ta informatsiini tekhnolohii – Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Computer Science and Information Technology*, 719, 293-297 (in Ukrainian).
4. Kucheruk, O. Ya. (2011) Rol matematychnoi pidhotovky u profesiinii pidhotovtsi IT-fakhivtsiv [The role of mathematical training in the training of IT specialists]. *Vyshcha osvita Ukrainy. Tematychnyi vypusk «Vyshcha osvita Ukrainy u konteksti intehratsii do yevropeiskoho osvitnoho prostoru» – Higher education of Ukraine. Thematic edition «Higher Education of Ukraine in the Context of Integration into the European Educational Space»*, 3, 216-222 (in Ukrainian).
5. Affes, H. (2020) *Langage mathématique de base. Module 1: Cours magistral*. Université TÉLUQ https://mat1001.teluq.ca/teluqDownload.php?file=2020/01/MQT1001_Module1_lecture_ha.pdf (in French)
6. Courant, R. & Robbins, H. (1996) *What Is Mathematics? An Elementary Approach to Ideas and Methods*. London: Oxford University Press.
7. Denning, P. J., & Rosenbloom, P. S. (2009) Computing: The fourth great domain of science. *Communications of the ACM*, 52 (9), 27-29.
8. Dubinina, O., & Kornil, T. (2016). Mathematical language at technical university. *Theory and practice of social systems management*, 4, 26-34.
9. Gisin, N. (2020) Mathematical languages shape our understanding of time in physics. *Nature Physics*, Volume 16, pp.114-116. Springer Nature Limited. <https://doi.org/10.1038/s41567-019-0748-5>
10. Hersh, R. (2014) *Experiencing Mathematics: what do we do, when we do mathematics?* Providence, USA: American mathematical society
11. Morgan, C. (2020). Mathematical Language. In: Lerman, S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_99
12. Peterson, B. (2017) The CEO of GitHub, which caters to coders, thinks automation will bring an end to traditional software programming. *Business insider*, 10. URL : <http://www.businessinsider.com/github-ceo-wanstrath-says-automation-will-replace-software-coding-2017-10>
13. Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M. & Fries, K. M. (2015) The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary. *Reading & Writing Quarterly. Instructional Support for Language Barriers in the Learning and Teaching of Mathematics*, 31(3), 235-252. <http://dx.doi.org/10.1080/10573569.2015.1030995>
14. Rigny, A., & López, P. (2016). *Le langage mathématique dans tous ses états*. EDP Sciences (in French).
15. Plotnitsky, A. (2024). "In Mathematical Language": On Mathematical Foundations of Quantum Foundations. *Entropy*, 26(11), 989. <https://doi.org/10.3390/e26110989>

| Матеріал надійшов до редакції: 08.03.2025 р. | Прийнято до друку: 24.04.2025 р. | Опубліковано: 27.06.2025 р. |

