

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ**

УДК 37.022.32: 681.3

С. А. Кирилашук, З. В. Бондаренко, В. І. Клочко, І. В. Хом'юк

**ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАКОВО-СИМВОЛІЧНОГО ПІДХОДУ  
У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ  
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ  
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Анотація.** У статті розглянуто проблему застосування знаково-символічного підходу (моделювання, кодування, схематизація, заміщення) до формування у студентів вищих технічних навчальних закладів високого рівня математичної компетентності на прикладі формування трьох компонент: мислити математично; представляти математичні сутності (об'єкти та ситуації); володіти математичними символами та формалізмом. Окреслено окремі змістові й семіотичні аспекти добору задач для навчання математики в процесі формування професійних компетентностей майбутніх бакалаврів технічного профілю.

**Ключові слова:** математична компетентність, засоби навчання, знаково-символічні засоби, професійна компетентність, бакалавр.

**Abstract.** The article considers the problem of applying the sign-symbolic approach (modeling, coding, schematization, substitution) to the formation of students of technical specialties of high level of mathematical competence on the example of the formation of three components: to think mathematically; represent mathematical entities (objects and situations); have mathematical symbols and formalism. Some semantic and semiotic aspects of the selection of problems for teaching mathematics in the process of formation of professional competencies of future bachelors of technical profile are outlined.

**Key words:** mathematical competence, teaching aids, sign-symbolic means, professional competence, bachelor.

**DOI:** <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2022-53-1-91-100>.

**Вступ**

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується особливо динамічним бурхливим удосконалюванням техніки, що на сьогодні досягло якісно нового рівня. Технічні знання, що йому відповідають, характеризуються зростанням абстрактно-теоретичного рівня, що, у свою чергу, супроводжується універсалізацією способу технічного опису і методів переходу від процесу до структури та до предметних елементів. Відбувається процес безперервної диференціації знань, який обумовлюється появою безлічі нових об'єктів у вигляді пристроїв, технологічних процесів. Інтеграційні процеси, що відбуваються у сфері технічних наук, є відзеркаленням процесу використання різних дисциплін для вирішення тієї чи іншої технічної проблеми [7].

Діяльність сучасної людини усе більше будується на взаємодії не з конкретними матеріальними об'єктами і явищами, а з їхніми знаково-символічними відображеннями, що пов'язані зі створенням найсучасніших інженерних засобів виробництва і управління. Оскільки, сучасна інженерна діяльність фахівців пов'язана зі створенням найсучасніших інженерних засобів виробництва і управління, використанням наукових знань, застосуванням на практиці нових наукових відкриттів, упровадженням нових технологій, тому і цілі підготовки фахівців повинні відповідати сучасним засобам навчання.

Щоб відповідати об'єктивним вимогам соціального прогресу, теорія й практика вищої освіти потребують нових підходів до підготовки майбутніх фахівців. Одним з таких підходів у педагогіці є семіотичний підхід до освіти.

**Актуальність**

Використанню ідей семіотики в освітній сфері присвячені дослідження А. А. Веряєва, Н. Г. Салміної, С. А. Смирнова, Н. А. Тарасенкової, В. И. Фоміна й інших вчених. Семіотичний підхід до навчання «являє собою такий розгляд проблем педагогіки, що у главу кута ставить зв'язок змісту, цілей, засобів, методів утворення зі структурою й функціонуванням знакових систем, співвідносить семиозис із освітнім процесом» [1]. Застосування знаково-символічного підходу до навчання є об'єктом дослідження науковців, праці яких присвячені проблемі формування іншомовної комунікації майбутніх фахівців. Разом з тим, теоретичний аналіз наукових праць свідчить, що проблема застосування знаково-символічного підходу до навчання вищої математики ще не була предметом спеціального дослідження у сучасній вітчизняній педагогічній науці. Результати аналізу науково-педагогічних джерел свідчать також про те, що проблема застосування знаково-символічного підходу до формування професійних компетентностей студентів вищих технічних навчальних закладів засобами математичних дисциплін ще не була предметом спеціального дослідження у сучасній вітчизняній педагогічній науці.

У роботах Ч. Пірса і Ф. Де Соссюр [2] знаки розглядаються як елементарні частинки, через які здійснюється аналіз даних. Знання синтаксису й семантики тієї знаково-символьної системи, засобами якої подано відомості, є запорукою зчитування повідомлень та оперування ними.

У сучасній семіотиці поняття «знак» розглядається в контексті більш широких понять «знакова система» і «знакова ситуація». Знакова система трактується як матеріальний посередник у взаємодії інших систем. Проста знакова система є матеріальним посередником, що слугує обміну інформацією між двома системами [3].

Використання знаково-символічних засобів (ЗСЗ) відноситься до педагогічних новацій останнього часу. Як зазначає Тарасенкова Н. А. «дії та перетворення системи знаково-символічних засобів, що становить зміст знаково-символічної діяльності, в різних видах діяльності (навчальній, професійній та ін.) має загальну структуру і функціонування» [6]. Тому, під знаково-символічної діяльністю ми розуміємо відображення і перетворення дійсності, її об'єктів та інтероб'єктних зв'язків за допомогою спеціальних засобів, основною характеристикою яких є нетотожність відображувальному об'єкту.

Згідно з Россом Тернером [11], до набору компетентностей, які є фундаментальними для загальнокультурного розвитку людини, відноситься математична компетентність – перетворення реальної проблеми в математичну, інтерпретація математичних об'єктів чи інформації щодо представлені ситуації.

Автори спіралися, зокрема, на результати виконання досліджень, у яких було сформовано перелік, що складається з восьми компетенцій, що визначають математичну компетентність [9, 10].

### Мета

Мета статті полягає в обґрунтуванні шляхів застосування знаково-символічного підходу у математичній підготовці студентів вищих технічних навчальних закладів.

### Задачі

1. Визначення знаково-символічних засобів для формування математичної компетентності.
2. Визначення критеріїв та показників сформованості рівня знань сформованості професійних компетентностей бакалаврів галузі ІТ-технологій.
3. Аналіз результатів контрольного експерименту, спрямованого на виявлення ефективності впливу знаково-символічного підходу до формування у студентів вищих технічних навчальних закладів високого рівня математичної компетентності.

### Розв'язання задач

Стрімкий технічний розвиток суспільства супроводжується зростанням темпів інформатизації суспільства, що, у свою чергу, характеризується глибокими змінами у освітньому процесі вищої школи. Ці зміни спрямовані на забезпечення цілісності, системності та формування у студентів високого рівня професійної компетентності. Математичну компетентність студентів вищих технічних навчальних закладів можна визначити як теоретичну складову та вміння застосовувати набуті знання в професійній діяльності. Отже, в рамках предметної компетентності саме математичну розглядаємо як ядро професійної компетентності студентів вищих технічних навчальних закладів. Враховуючи процес організації навчання та особливості технічної спеціальності, в професійній компетентності таких майбутніх фахівців можна виокремити нижче наведені компоненти.

Дане дослідження пов'язане лише з наведеними нижче компонентами математичної компетентності студентів вищих технічних навчальних закладів:

1. *Володіти математичними символами та формалізмом*: декодувати та інтерпретувати символи й формальну математичну мову, розуміти їх взаємозв'язок з природною мовою; оперувати виразами, що містять символи та формули – базовий компонент.

2. *Представляти математичні сутності (об'єкти та ситуації)*: розуміти та використовувати різні типи представлень математичних об'єктів, явищ та ситуацій, необхідних у професійній діяльності; розуміти та використовувати взаємозв'язки між різними типами представлень однакових об'єктів, включаючи знання про їх переваги та обмеження – операційно-діяльнісний компонент.

3. *Мислити математично*: вміти формулювати задачі, які характерні для математики та знати можливі типи відповідей; розуміти математичні концепції, їх завдання та обмеження; вміти долати обмеження шляхом абстрагування та узагальнення результатів на ширші класи об'єктів.

Таким чином, навіть виділені компоненти математичної компетентності є складною структурою, складники якої мають взаємодоповнюючий характер. Вони є ефективним інструментом розробки навчальних планів з вищої математики для різних інженерних спеціальностей, шляхом використання їх вимірів для детальної оцінки потреб та досягнень студентів.

Найважливішою задачею навчання математики є здійснення переходу до якісної індивідуальної підготовки фахівців, що обізнані не лише з проблемами своєї вузькопрофесійної діяльності, але й мають глибокі фундаментальні основи, однією з яких є математика.

Під час вивчення вищої математики студенти зустрічаються з новими для себе інформаційними знаками, зі знаками, притаманними формальному для них середовищу. Вивчення тих або інших аспектів курсу вищої математики на основі знаково-символічного підходу означає виявлення знакової природи явища, що вивчається, виявлення правил побудови знаків і їх комбінацій, встановлення значеннєвого змісту знаків, знаходження умов, при яких виникають ці або інші знакові ситуації [6].

Будь-який математичний об'єкт, про властивості якого в математичній теорії формулюються твердження, подається, як правило, своїми знаковими моделями. Конструктивними будуть ті з них, які можна зобразити у вигляді скінченної, повністю визначеної сукупності імен деяких базисних об'єктів, відношень між ними та скінченної системи операцій над іменами.

У психолого-педагогічній літературі підкреслена важливість застосування знаково-символічних засобів у будь-якому виді людської діяльності [4, 5]. Семіотичний підхід до навчання розглядає проблеми педагогіки у взаємозв'язку змісту, цілей, методів навчання зі структурою та функціонуванням знакових систем, співвідносних з освітнім процесом. Сутністю процесу навчання має стати надання студенту інструментарію у вигляді особливих знаків, за допомогою яких студент міг би відображати власний досвід та кодувати, перекодувати новий набутий досвід. Значущість та універсальність семіотичного підходу у навчальному процесі полягає у тому, що користування знаками допомагає студентам отримувати великий обсяг інформації у різноманітних сферах. Сучасне виробництво вимагає принципово нових технічних і технологічних підходів, які можуть розробити лише фахівці, здатні інтегрувати ідеї з різних галузей науки, оперувати міждисциплінарними категоріями, комплексно сприймати інноваційний процес [7]. Семіотичний підхід до пізнання у будь-якій предметній галузі, є одним із можливих варіантів реалізації фундаментальної складової професійної підготовки сучасного фахівця.

Слід зазначити, що з метою ефективного здійснення комунікації з використанням виразів, що містять символи та формули, студенти мають усвідомлено опанувати знаковими системами різного рівня. Отже, опанування математикою буде результативним лише за умови, що вивчення дидактичних одиниць (елементів знань) як символів здійснюватиметься при усвідомленні їхньої цінності під час формування думки. Під час введення нового поняття, викладач подає перш за все його графічне тлумачення. Його значення може бути зрозумілим, якщо студент має відповідний досвід що до об'єкта, який цей термін презентує.

У навчальному процесі одним із завдань викладача є максимальне наближення навчального матеріалу до реальності. Проте, разом з тим, слід розуміти, що відображення сутності цієї реальності у вигляді семіотичних систем (рисунок, графіки, схеми тощо) деякою мірою умовні. Зображення навчальної інформації здійснюється у вигляді знаків. За твердженням науковців, знак являє собою матеріальний предмет, подію або дію, що чуттєво сприймається та слугує у пізнанні в якості означення, позначення або представлення іншого предмета, події, дії, суб'єктивного утворення [4].

Отже, важлива якість знаку: він сам є певним матеріальним об'єктом, а застосовується для позначення чогось іншого, тому, розуміння знаку неможливе без з'ясування його значення – як предметного, так і смислового.

Згідно з теоретичними положеннями В. В. Давидова, характер змістовних навантажень у навчанні має бути змінений. Ними повинні стати моделі, які є засобом формування абстрактних понять. З посиленням ролі теоретичних знань значення наочності підвищується.

З урахуванням цього, ефективному вирішенню проблеми формування математичної компетентності сприятиме застосування в навчальній діяльності таких знаково-символічних засобів:

- моделювання (аналіз підґрунтя та властивостей існуючих моделей; декодування існуючих моделей, тобто інтерпретація елементів моделі в термінах реальної задачі; будівництва моделей);
- кодування (декодування та інтерпретація символів та формально математичної мови, оперування виразами, що містять символи та формули);
- схематизація (розуміння та використовування різних типів представлень математичних об'єктів, явищ та ситуацій; розуміння та використовування взаємозв'язків між різними типами представлень однакових об'єктів);
- заміщення (використовування різних типів представлень математичних об'єктів, явищ та ситуацій; використовування взаємозв'язків між різними типами представлень однакових об'єктів, включаючи знання про їх переваги та обмеження).

Прикладом реалізації таких тверджень може бути електричне коло, зображене на рис. 1.

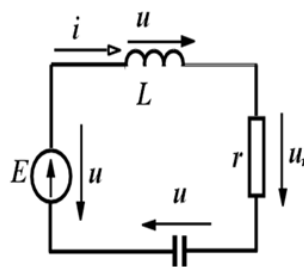


Рисунок 1– Електричне коло, як модель представлень математичних об'єктів

Згідно з рівняннями Кірхгофа формується диференціальне рівняння. Для його розв'язання застосовуються різні праві частини (різна напруга), а також різні методи розв'язування, зокрема, застосування СКМ та аналіз моделі.

Практичне заняття, на якому розглядається наведена задача можна віднести до "практичне заняття однієї задачі", проте, воно може бути продовжене і в якості проекту, доповіді на конференції чи написанні статті.

Відповідне лінійне диференціальне рівнянням другого порядку відносно сили струму  $I(t)$ :

$$L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = \frac{du(t)}{dt}$$

Рівняння будується студентами на основі заданих компонентних рівнянь двополюсників.

У діяльності студентів під час розв'язання даної задачі знаково-символічні засоби (ЗСЗ) виконують замісну, пізнавальну й комунікативну функції. Матеріалізовані певним чином абстрактні математичні об'єкти (замісна функція ЗСЗ) стають придатними для чуттєвого сприйняття студентами, перетворюються в специфічний матеріал для теорії диференціальних рівнянь. У процесі пізнання він використовується як для виділення істотного в плані сприйняття (розв'язування та дослідження), так і для виділення основного в діях, що перетворює у предметний абстрактний об'єкт (розв'язок), продукує знання й способи їх застосування (пізнавальна функція ЗСЗ).

Застосування таких моделей передбачає різні аспекти продуктивного мислення, а саме: мислення отримує властивості системності завдяки запрограмованій системній переробці інформації безпосередньо в процесі первинного сприйняття; підтримуються механізми пам'яті та покращується контроль за інформацією завдяки наочному поданню знань у згорнутому вигляді (графіка або фазового портрета); покращується робота інтуїтивного мислення; удосконалюється здатність до згортання та розгортання інформації (форма розв'язку аналітична, графічна або чисельна); формується опорність мислення тощо.

Відповідно до наведених вище функцій ЗСЗ у роботах Н. Г. Салминой [4, с. 58] виділені наступні види знаково-символічної діяльності: заміщення, кодування (декодування), схематизація і моделювання:

- заміщення – відтворення реальності за допомогою особливих об'єктів-замішувачів;
- кодування – вміння відтворювати дійсність за допомогою певної мови зі своїм алфавітом та правилами;
- схематизація – використання знаково-символічних засобів для побудови та дослідження схем як «орієнтувань у реальності»;
- моделювання – отримання об'єктивно нової інформації про об'єкт або процес за рахунок оперування знаково-символічними засобами.

Ці види діяльності є ключовими під час проведення занять. Таким чином, використання знаково-символічних систем значно полегшують засвоєння навчального матеріалу. Застосування ЗСЗ в процесі навчання розвиває логічне мислення студентів, полегшує засвоєння матеріалу під час вивченні складних математичних понять, сприяє зниженню зорового навантаження.

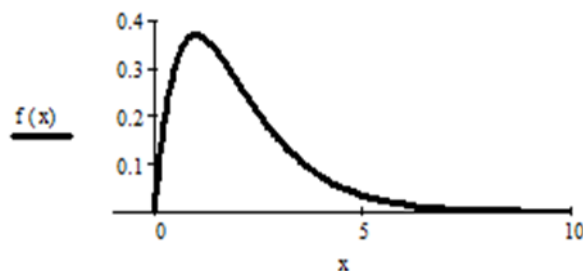
В нашому випадку, наприклад, такий вид діяльності, як заміщення, може бути конкретизований такими діями:

- створення (вибір) моделей-замішувачів для реальних об'єктів або процесів;
- визначення умов, за яких заміщення об'єкта або процесу на відповідну модель виправдано;
- визначення меж похибок, можливих при заміні реального об'єкта або процесу на його модель.

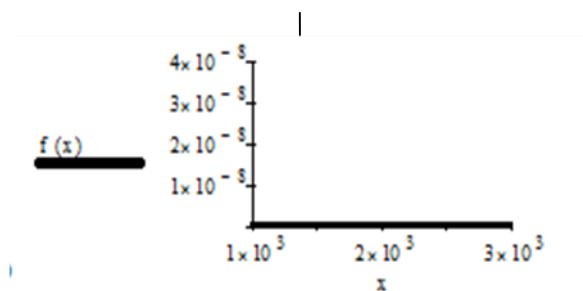
Формування у студентів вміння виконувати кожну з перелічених дій, сукупність яких забезпечує володіння таким прийомом діяльності, як заміщення, відбувається при розв'язуванні відповідних завдань прикладного характеру.

Використовувати СКМ доцільно, коли маємо складну задачу, яка потребує часу для обчислень вручну (наприклад, розв'язування великої кількості систем рівнянь). Важливо, щоб студенти вивчали не тільки команди спеціальної програми (root, solve...), а вміли знаходити можливі помилки програмного забезпечення, зумовлені його недосконалістю.

Розглянемо функцію  $f(x) = x \cdot e^{-x}$ , площа під кривою якої дорівнює 1. Специфіка такої функції полягає в тому, що її значення швидко зменшується зі збільшенням  $x$ , що відображено на рис. 2.

Рисунок 2 – Графік функції  $f(x) = x \cdot e^{-x}$  на інтервалі від 0 до 10

Наприклад, на інтервалі зміни  $x$  від 0 до 10000 кривої функції вже просто не видно на графіку (точніше вона збігається з віссю  $x$ ), що зображено на рис. 3.

Рисунок 3 – Графік функції  $f(x) = x \cdot e^{-x}$  на інтервалі від 0 до 10000

Цікаво, що обчислення визначеного інтегралу від вищевказаної функції системою Mathcad на проміжках, що відрізняються верхньою межею інтегрування мають різні результати, хоча відомо, що площа під такою кривою дорівнює одиниці.

$$\int_0^{100} x e^{-x} dx = 1 \quad \int_0^{10000} x e^{-x} dx = 1 \quad \int_0^{100000} x e^{-x} dx = 0 \quad \int_0^{\infty} x e^{-x} dx = 1$$

Система Maple пропонує обчислювати границю наступним чином:

$$> \text{int}(x * e^{(-x)}, x=0..infinity);$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} - \frac{e^{(-x)} + x e^{(-x)} \ln(e) - 1}{\ln(e)^2}$$

$$\text{int}(x * e^{(-x)}, x=0..100);$$

$$\frac{e^{100} - 1 - 100 \ln(e)}{e^{100} \ln(e)^2}$$

Ця обставина досить підступна. Багато методів інтегрування засновані на обробці скінченного числа відліків функції  $f(x)$ . Проте, в подібній ситуації всі відліки можуть бути «нульовими» з позицій обмеженої точності обчислення дуже малих чисел.

Потужність комп'ютерів зростає, але і задачі, які вирішують науковці, стають більш складними й потребують більш складних обчислювальних методів. Проблеми, які математики досліджували кілька десятиліть тому, тепер знаходяться в межах можливостей студента чи інженера-початківця. З одного боку, нема сенсу витрачати час на опанування методу прямокутників, методу Сімпсона чи методу трапецій, тому

що їх не використовують на практиці, з іншого боку, використання комерційних програм підтримки математики приховує небезпеку, бо їх часто використовують як "чорні комірки": ввів умову – отримав відповідь.

Щоб краще зрозуміти виникнення даної помилки розглянемо обчислення даного інтеграла методом прямокутників (рис.4).

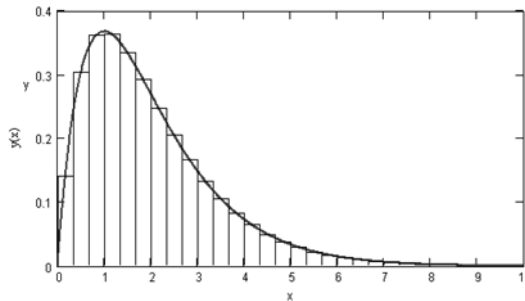


Рисунок 4 – Обчислення визначеного інтегралу методом прямокутників

$$f(x) = x \cdot e^{-x} \quad m = 30; \quad a = 0;$$

$$b = 10; \quad dx = (b - a) \setminus m, \quad \int_a^b y(x) dx = 0.999501$$

Результат певною мірою близький до 1. Але тепер, нехай число прямокутників  $m = 30$ , а змінимо межу інтегрування  $b$  на 100000:

$$\int_a^b y(x) dx = 5.075958897550 \times 10^{-429}$$

Замість очікуваного наближення до 1 ми одержуємо «несподіваний» результат – значення інтеграла близьке до нуля. Причина цього вже вказувалася – відліки потрапляють на ділянки функції  $y(x)$ , де її значення дуже малі. А перший відлік потрапляє на нуль функції. Сума майже (або рівних) нулю відліків дає близьке до 0 значення.

За результатами математичного моделювання студенти переконуються в тому, що кожне математичне поняття, кожний комплекс математичних ідей має лише обмежені можливості для моделювання реальних явищ, а збільшення знань сприяє введенню нових понять, розробці нових методів дослідження.

Стосовно останнього прикладу, система Mathematica має ускладнений алгоритм обчислення інтегралів, який, у міру можливості, аналізує поведінку  $y(x)$  і намагається виключити описану ситуацію.

Встановлено [3], що у навчанні математики серед вербальних засобів семіотично різними треба вважати: об'єктні тексти, термінологію, символіку, математичні речення, навчальні тексти, тексти задач, тексти запитань, піктографію. А серед невербальних засобів: графічні та змістово-графічні інтерпретації, таблиці, діаграми, схеми, рисунки, аналітичні конфігурації, реальні предмети, макети, конструкції, ілюстрації. Наприклад, матриці можуть використовуватись для опису електричних мереж, потоків на шляхах, виробничих процесів тощо.

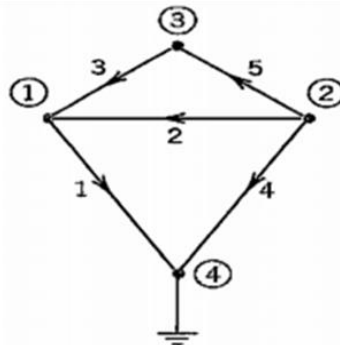


Рисунок 5 – Мережа з одним заземленим вузлом

Мережу, зображену на рис. 5, складає 5 гілок або ребер (з'єднань, занумерованих 1, 2, ..., 5) та 4 вузли (точок, де дві або більше гілки сполучаються) з одним заземленим вузлом (на кожній гілці стрілкою вказано напрям).

Мережу описують за допомогою «вузлової інцидентної матриці»  $A = (a_{ij})$

$a_{ij} = +1$ , якщо гілка  $j$  виходить з вузла  $i$ ,

$a_{ij} = -1$ , якщо гілка  $j$  входить у вузол  $i$ ,

$a_{ij} = 0$  якщо гілка  $j$  не зв'язана з вузлом  $i$ .

А саме:

Гілка	1	2	3	4	5
Вузол 1	1	-1	-1	0	0
Вузол 2	0	1	0	1	1
Вузол 3	0	0	1	0	-1
Вузол 4	-1	0	0	-1	0

Нами проаналізовано кожний вид таких оболонок, розкрито їх будову та вплив на процес розуміння студентами сутності відповідних математичних абстракцій.

Застосування розглянутих вище моделей передбачає різні аспекти продуктивного мислення [12], а саме: мислення отримує властивості системності завдяки запрограмованій системній переробці інформації безпосередньо в процесі первинного сприйняття; підтримуються механізми пам'яті та покращується контроль за інформацією завдяки наочному представленню знань природною мовою у згорнутому вигляді; покращується робота інтуїтивного мислення; удосконалюється здатність до згортання та розгортання інформації. У професійній підготовці бакалаврів галузі ІТ-технологій нами визначено три рівні сформованості професійних компетентностей:

- студент володіє основними математичними поняттями та деякими методами розв'язування математичних завдань;
- студент володіє методами розв'язування математичних завдань, вміє розв'язувати математичні задачі за допомогою однієї із систем комп'ютерної математики (СКМ);
- студент володіє методами розв'язування математичних завдань, вміє розв'язувати математичні задачі за допомогою СКМ, вміє розв'язувати основні задачі спеціальних дисциплін, що потребують базових знань з математичних основ інформатики.

Для оцінки рівня досягнення результатів навчання математичної дисципліни по кожному модулю розроблений банк компетентісно-орієнтованих тестових завдань, що дозволяє вести моніторинг сформованості професійних і спеціальних компетенцій бакалаврів галузі інформаційних технологій. У табл. 1 «Критерії та показники сформованості рівня знань» наведено критерії та показники сформованості рівня знань шляхом усвідомлення студентом співвідношення форми і змісту математичних понять, вміння моделювати навчальні ситуації.

Таблиця 1– Критерії та показники сформованості рівня знань

<i>Критерії сформованості рівня знань</i>	<i>Показники сформованості рівня знань</i>
Здібності до знакового та просторового мислення	Вміння виконувати дії на підведення під поняття і виведення наслідків в процесі розв'язування задач на готових рисунках.
Здібності до символічного мислення	Вміння проводити: 1) аналіз і синтез; 2) узагальнення і конкретизацію; 3) аналогію; 4) порівняння; 5) застосування відомих алгоритмів до конкретних завдань.
Здібності до оперування математичними об'єктами	1. Використовувати формули; 2. Виконувати операції над математичними виразами; 3. Оперувати графічними об'єктами, їх характеристиками.
Здібності до математичного моделювання	1. Здібність побудови моделі конкретної задачі; 2. Уміння підібрати завдання з інших дисциплін, яке б задовольняло задану математичну модель.

У дослідженні застосовувалися метод теоретичного аналізу, систематизації і узагальнення; метод спостереження та тестування.

Результати контрольного експерименту, спрямованого на виявлення ефективності впливу знаково-символічного підходу до формування у студентів вищих технічних навчальних закладів високого рівня математичної компетентності, продемонстрували, що студенти експериментальної групи мають значні переваги за показниками, що характеризують критерії сформованості знаково-символічної діяльності за умов застосування запропонованого підходу. Аналіз результатів діагностики когнітивного критерію демонструє позитивну динаміку рівня семіотичних знань в експериментальній групі (0,52 – 0,78). Статистичний  $\chi^2$ -критерій виявив значну відмінність показників даного критерію в експериментальній групі та контрольній групі до і після експериментального впливу:  $\chi^2$  (35,2) більше  $\chi^2$  (19,2). Аналіз даних процесуального критерію показує, що в експериментальній групі значно більше студентів першого курсу, які до кінця навчання на першому курсі, вийшли на високий рівень оволодіння знаково-символічною діяльністю (у експериментальній групі – 30,3%, у контрольній групі – 22,5%).

### Висновки

Висновок перший. Визначено знаково-символічні засоби для формування математичної компетентності бакалаврів галузі ІТ-технологій, як невід'ємної частини їх професійної компетентності. Для цього необхідним є розробка та впровадження на заняттях з вищої математики змістовного та функціонального навантаження; використання оптимальних педагогічних семіотичних систем, адаптованих до пізнавальних можливостей студентів, що забезпечують розвиток як математичної компетентності, так і професійно значимих якостей студентів та формулюють повноцінні образи тих математичних понять, що вивчаються, посилення продуктивності наочності та візуалізації математичної інформації.

Висновок другий. Визначено критерії та показники сформованості рівня знань сформованості професійних компетентностей бакалаврів галузі ІТ-технологій. Необхідно зауважити також, що саме діяльність фахівця під час навчання математики дозволяє сформулювати професійні завдання, а різновид знакових систем надає можливість їх формалізувати. Саме такий підхід, на наш погляд, дозволить описати компоненти професійної компетентності фахівця через математичну компетентність шляхом оволодіння уміннями оперувати різними знаковими системами в контексті завдань з вищої математики.

Висновок третій. Результати контрольного експерименту, спрямованого на виявлення ефективності впливу знаково-символічного підходу до формування у студентів вищих технічних навчальних закладів високого рівня математичної компетентності, продемонстрували, що студенти експериментальної групи мають значні переваги за показниками, що характеризують критерії сформованості знаково-символічної діяльності за умов застосування запропонованого підходу.

### Список літератури

- [1] Веряев А. А. "Семиотический подход к образованию в информационном обществе", автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.01. , 2000, 38 с.
- [2] Ф. Де Соссюр, *Заметки по общей лингвистике*. М., РФ: Прогресс, 2000, 275 с.
- [3] Ю. Л. Трофімоїв, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук, *Психологія*: Підручник. К., Україна: Либідь, 1999, 558 с.
- [4] Н. Г. Салмина, *Знак и символ в обучении*. М.: Изд-во МГУ, 1988, 286 с.
- [5] Н. А. Тарасенкова, "Теоретико-методичні основи використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи", дис. д-ра пед. наук. Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. К., 2004, 630 с.
- [6] В. К. Сидоренко, "Технічні знання як важливий елемент професійної підготовки фахівця для сучасного матеріального й духовного виробництва", у *Біоресурси і природокористування*, № 5, с. 155–164, 2013.
- [7] Д. С. Ципіна, "Застосування знаково-символічного підходу в процесі формування іншомовної компетентності студентів економічних спеціальностей", у *Наукові записки*, випуск 177, Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, с. 6–12, 2019.
- [8] Alpers B. A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. *A Report of the Mathematics Working Group*. Brussels: European Society for Engineering Education, 2013, 88 p.
- [9] M. Niss, "Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis, S. Papastravidis (Eds.)", *3rd Mediterranean Conference on Mathematics Education, Athens, Greece: Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society*. 2003. pp. 115–124.
- [10] Таїса Лисянська, "Типи мислення як дії у процесі формування знань" у *Psychological journal*, volume 6, Issue 6, с. 75–83, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.31108/1.2020.6.6.8>. Дата звернення: Січень, 06, 2022.

- [11] Irina Khomuyk, Ievgeniia Ivanchenko, Oleg Maslii, Marina Gorlichenko, "Innovative methods in the process of higher mathematics for future military engineers ", in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*. May 24-25, 2019, Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2019, vol. 1, pp. 254–264.
- [12] Irina Khomyuk, Svetlana Kyrylashchuk, Victor Khomyuk, Zlata Bondarenko, Iryna Klieopa, "Methods of Forming Mathematical Mobility of Future Engineers in Higher Mathematics Classes", in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference* May, 28-29, 2021. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2021, vol. 1, pp. 270–281.
- [13] Zlata Bondarenko, Svetlana Kirilashchuk, Victor Khomyuk, Galina Chernovolik, "The problem of integration of higher mathematics with economic cycle disciplines in the process of teaching students", in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*. May 22-22, 2020. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2020, vol.1., pp. 374–384.
- [14] Oksana V. Klochko, Viktor M. Nagayev, Vitalii I. Klochko, Mykola G. Pradivliannyi, Lyubov I. Didukh, "Computer oriented systems as a means of empowerment approach implementation to training managers in the economic sphere", in *Information Technologies Tools*. ISSN: 2076–8184., 2018, vol 68, №6.

Стаття надійшла: 05.01.2022.

### References

- [1] A. A. Veriaev, "Semyotycheskyi podkhod k obrazovaniyu v ynformatsyonnom obshchestve", avtoref. dys. d-ra ped. nauk: 13.00.01. , 2000, 38 s. [in Russian].
- [2] F. De Sossur, *Zametky po obshchei lynchvystyke*. M., RF: Prohress, 2000, 275 s. [in Russian].
- [3] Yu. L. Trofimoiv, V. V. Rybalka, P. A. Honcharuk, *Psykhologhiia: Pidruchnyk*. K. Ukraine: Lybid, 1999, 558 s. [in Ukrainian].
- [4] N. H. Salmyna, *Znak y symvol v obuchenyy*. M.: Yzd-vo MHU, 1988, 286 s. [in Russian].
- [5] N. A. Tarasenkova, "Teoretyko-metodychni osnovy vykorystannia znakovy-symvolnykh zasobiv u navchanni matematyky uchniv osnovnoi shkoly", dys. d-ra ped. nauk. Natsionalnyi pedahohichnyi unt im. M.P.Drahomanova. K., 2004, 630 s. [in Ukrainian].
- [6] V. K. Sydorenko, "Tekhnichni znannia yak vazhlyvyi element profesiinoi pidhotovky fakhivtsia dlia suchasnoho materialnoho y dukhovnoho vyrobnytstva", u *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*, № 5, s. 155–164, 2013 [in Ukrainian].
- [7] D. S. Tsykina, "Zastosuvannia znakovy-symvolichnoho pidkhodu v protsesi formuvannia inshomovnoi kompetetnosti studentiv ekonomichnykh spetsialnostei", u *Naukovi zapysky*, випуск 177, Seriia: Pedahohichni nauky. Kropyvnytskyi: RVV TsDPU im. V. Vynnychenka, s. 6-12, 2019 [in Ukrainian].
- [8] Alpers B. A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. *A Report of the Mathematics Working Group*. Brussels: European Society for Engineering Education, 2013, 88 p.
- [9] M. Niss, "Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis, S. Papastravidis (Eds.)", *3rd Mediterranean Conference on Mathematics Education, Athens, Greece: Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society*. 2003. pp. 115–124.
- [10] Taisa Lysianska, "Typy myslennia yak dii u protsesi formuvannia znan" u *Psychological journal*, volume 6, issue 6, s. 75–83, 2020. DOI (Article) [Online]. Available: <https://doi.org/10.31108/1.2020.6.6.8>. Accessed on: Jan. 06, 2022. [in Ukrainian].
- [11] Irina Khomuyk, Ievgeniia Ivanchenko, Oleg Maslii, Marina Gorlichenko, "Innovative methods in the process of higher mathematics for future military engineers ", in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*. May 24-25, 2019, Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2019, vol. 1, pp. 254–264.
- [12] Irina Khomyuk, Svetlana Kyrylashchuk, Victor Khomyuk, Zlata Bondarenko, Iryna Klieopa, "Methods of Forming Mathematical Mobility of Future Engineers in Higher Mathematics Classes", in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference* May, 28-29, 2021. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2021, vol. 1, pp. 270–281.
- [13] Zlata Bondarenko, Svetlana Kirilashchuk, Victor Khomyuk, Galina Chernovolik, "The problem of integration of higher mathematics with economic cycle disciplines in the process of teaching students", in *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*. May 22-22, 2020. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2020, vol.1., pp. 374–384.
- [14] Oksana V. Klochko, Viktor M. Nagayev, Vitalii I. Klochko, Mykola G. Pradivliannyi, Lyubov I. Didukh, "Computer oriented systems as a means of empowerment approach implementation to training managers in the economic sphere", in *Information Technologies Tools*. ISSN: 2076–8184., 2018, vol 68, №6.

**Відомості про авторів**

**Кирилащук Світлана Анатоліївна** – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

**Бондаренко Злата Василівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики.

**Клочко Віталій Іванович** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики.

**Хом'юк Ірина Володимирівна** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики.

S. A. Kyrylashchuk, Z. V. Bondarenko, V. I. Klochko, I. V. Khomuyk

**APPLICATION OF SIGNIFICANT AND SYMBOLIC  
APPROACH IN THE PROCESS OF FORMING STUDENTS  
'PROFESSIONAL COMPETENCES HIGHER TECHNICAL  
EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia