УДК 51:37.091.3

С. А. Кирилащук
В. І. Клочко
З. В. Бондаренко

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ КОНСТРУКТИВНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Специфіка математичної підготовки студентів технічних спеціальностей ЗВО полягає не тільки в отриманні нових знань з математики, а й у вихованні потреби до застосування математичних прийомів та методів у майбутній професійній діяльності. У роботі досліджено проблему підвищення ефективності та якості навчання математики майбутніх інженерів з використанням конструктивістського підходу під час застосування засобів цифрових та візуально-інформаційних технологій. На підставі теоретичного аналізу результатів досліджень та аналізу діяльності студентів обґрунтовано, що конструктивне навчання розв'язування завдань формує навички роботи в команді, стимулює креативність і допомагає студентам ефективно презентувати результати виконання завдань, дає поштовх до пошуку нових технологій і прийомів розв'язування професійно зорієнтованих задач.

Ключові слова: конструктивістський підхід, цифрові та візуальні технології, ряд Фур'є явище Гіббса, освітній процес, математичні знання, педагогічна технологія, навчальний процес.

Abstract

The specificity of mathematical training of students of technical specialties of higher education institutions is not only to acquire new knowledge in mathematics, but also to cultivate the need to apply mathematical techniques and methods in future professional activities. The paper investigates the problem of improving the efficiency and quality of teaching mathematics to future engineers using a constructivist approach when applying digital and visual information technologies. Based on the theoretical analysis of research results and analysis of students' activities, it is substantiated that constructive problem-solving training develops teamwork skills, stimulates creativity and helps students to effectively present the results of tasks, gives impetus to the search for new technologies and techniques for solving professionally oriented problems.

Keywords: constructivist approach, digital and visual technologies, Fourier series, Gibbs phenomenon, educational process, mathematical knowledge, pedagogical technology, educational process.

Вступ

Сучасне виробництво потребує фахівців з підвищеним рівнем математичної підготовки, розвивинутим абстрактним мисленням, що дозволяє використовувати математичні методи для побудови математичних моделей прикладних інженерних завдань та їх розв'язання. Відомо, що в реальних умовах сучасної виробничої діяльності інженеру доводиться вирішувати завдання з високим ступенем невизначеності й ризику, завдання як з відсутніми, так і з надлишковими даними. Для їх розв'язування передбачається наявність досить розвинених навичок творчої діяльності [1. 5].

Тому професійна підготовка студентів технічних спеціальностей ЗВО передбачає не лише оволодіння новими знаннями з математики, а й виховання потреби до застосування математичних прийомів та методів у майбутній професійній діяльності.

Теоретичний аналіз змісту курсу вищої математики виявив теми, у яких найповніше відображаються функції професійно зорієнтованих зв'язків. На основі експертних оцінок можна констатувати, що теми розділу «Математичний аналіз» є пріоритетними і найоб'ємнішими в освоєнні дидактичного матеріалу спеціальних дисциплін. Більша частина матеріалу, що вивчається в математичному аналізі, є теоретичною та прикладною основою таких дисциплін, як теорія цифрової обробки сигналів, електротехніка, електродинаміка, радіотехнічні ланцюги та сигнали та ін. Практично конструювання жодного технічного об'єкта не здійснюється без математичних

розрахунків його складових [2].

Одними із компетентностей, які повинен набути фахівець є інформаційно-комунікаційні компетентності. Інформатизація, а також новий етап розвитку – цифровізація освіти – є закономірністю розвитку сучасного суспільства. Особливістю побудови цифрового освітнього процесу в ЗВО є впровадження та використання цифрових технологій, що вирізняються наступними дидактичними властивостями: свобода пошуку різної інформації в глобальній мережі; персоналізованість (необмежені можливості для персонального налаштування відповідно до потреб та особливостей); інтерактивність (забезпечення багатосуб'єктності у процесі навчальної взаємодії); мультимедійність (комплексне залучення різних каналів сприйняття інформації) [7. 8].

Значний внесок у розвиток методології освіти в рамках інформаційного суспільства, обґрунтування сутності цифровізації у контексті освіти зроблено у працях В. Бикова, М. Жалдака, А. Гуржія, Н. Морзе, С. Семерікова, О. Спіріна та ін. Питання готовності цифрової інфраструктури українських вишів до забезпечення освітнього процесу в період пандемії та карантинних заходів розкривається у працях С. Гринюк, І. Зайцевої та ін. [1, 8, 9].

Різні аспекти цифровізації освітнього процесу стали предметом дослідження зарубіжних і вітчизняних науковців, які досліджували особливості й переваги цифрових освітніх роль цифрового навчання та його впровадження у вищій освіті (К. Бассет, В. Биков, Г. Грибер, М. Деузе,); модель використання електронного навчання в освіті (М. Жалдак, Ю. Рамський, Дж. Стоммел) та тенденції розвитку цифрового, особливості застосування цифрових освітніх ресурсів для творчого розвитку особистості (М.Й. Келер, П. Мішра, С. Раков) та ін. [6,7,8].

Результати дослідження

Як уже відмічалось, ефективна діяльність фахівця сучасного виробництва потребує підвищеного рівня математичної підготовки, що, у свою чергу, може гарантувати розвине абстрактне мислення та мати навички побудови відповідних математичних моделей, уміння використовувати або розробляти методи їх аналізу та синтезу. Тому така підготовка фахівців повинна ґрунтуватися не лише на поглибленні математичних знань, а й розвитку критичного мислення, уміння формулювати запитань, аналізувати і обґрунтовувати розв'язки, обмінюватися думками з іншими студентами і викладачем.

Безумовно, що такий підхід відповідає всім вимогам нової освітньої парадигми, оскільки його характеризує відкритість, нелінійність, мінливість, складність, і т. д. За своєю суттю, він передбачає самоорганізацію особистості, оскільки застосовує механізми конструювання, перебудови, переходу від однієї смислової структури до іншої, при цьому ґрунтується на складній і розгалуженій системі комунікацій, в якій, власне, і стає можливим формування нових смислів.

Якщо в навчальному процесі не враховувати співвідношення освітніх потреб і можливостей людини, то виникає дисонанс його психологічного і дидактичного аспектів. Щоб зменшити і подолати цей дисонанс, увага науковців була звернена до конструктивізму.

Такий процес навчання відноситься до конструктивного динамічного пошуку нових стратегій і технологій в освіті (конструктивістський підхід у навчанні). Його особливість полягає в тому, що студент підсвідомо починає мислити конструктивно, коли усвідомлює незадоволеність алгоритмом дій, що призводять до необхідності зміни схем діяльності. Під час конструктивного навчання відбувається пошук нових рішень на основі вивчення та розвитку математичних методів розв'язування професійно зорієнтованих завдань. Оскільки конструктивне навчання засновано на осмисленні використаного досвіду, то саме воно забезпечує осмислення і прогнозування набутих знань. Адже сьогодні переважна більшість виробництв вимагає принципово нових технічних і технологічних підходів, які можуть розробити і реалізувати тільки фахівці, здатні інтегрувати ідеї з різних галузей науки, оперувати міжпредметними категоріями, комплексно сприймати інноваційний процес [1, 4].

Розглядається, наприклад, явище Гіббса для граничної умови магнітного поля у вигляді ступінчатого розподілу складової магнітної індукції на поверхні обмотки електромагніту, що граничить із зазором. Це явище пропонується компенсувати простим перетворенням розрахункової функції, яке не спотворює її поза точками розриву. Запропоноване перетворення рекомендується як загальне перетворення при заглушуванні явища Гіббса в точках розриву функцій, що розраховуються за їхніми рядами Фур'є. Величезний прикладний потенціал, закладений у рядах Фур'є, дозволяє їм не

тільки функціонувати в математичних дисциплінах, а й бути теоретичним інструментом для таких наук, як теорія цифрової обробки сигналів, електротехніка, електродинаміка та поширення радіохвиль, радіотехнічні сигнали та ін. [3].

Нехай $S_N(x)$ частков сума ряду Фур'є складової вектора індукції $B(x)$ відповідного магнітного поля, що має дві скінченні точки розриву, у яких і проявляється явище Гіббса. Зауважимо, що під час числового розрахунку розривної функції $B(x)$ на основі її ряду Фур'є і виникає це явище, оскільки не можливо здійснити точні обчислення значень функції у малому околі точки розриву.

Студентам пропонується скористатися інженерним методом обчислення наближеного значень функції $B(x)$ у точках розриву. Якщо x - точка розриву, то проводяться обчислення за таким алгоритмом.

$$S_N(x) \approx 0.5[S_N(x+\Delta) + S_N(x-\Delta)];\ k_1 = [2 - 0.5sign(S_N(x+\Delta)) \cdot sign(S_N(x-\Delta))]^{-1};$$

$$k_2 = 2(k_1 - 0.5); \qquad B(x) \approx k_1[S_N(x+\Delta) + S_N(x-\Delta)] - k_2 B(0).$$

З метою розвитку творчого мислення студентів, критичного аналізу, ефективного сприйняття інформації у навчанні використовувалась низка методів. Дослідницькі завдання сприяють формуванню високого рівня розвитку методів розумової діяльності: аналізу, синтезу, узагальнення, класифікації. Це реалізується за допомогою створення гіпотез, формулювання нестандартних ідей, пошуку різних варіантів вирішення завдань [2].

С. Раков підкреслює, що «навчальні дослідження, або дослідницький метод навчання математики узгоджується із конструктивістськими поглядами на математичні знання та вивчення математики, оскільки вони відповідають умовам стимулювання математичного мислення та створюють умови для критичної рефлексії у процесах усвідомлення математики» [6]. Отже, оскільки процеси розв'язування завдань пов'язані з саморозвитком студента і свідчать про його внутрішню активність, здатність до саморозвитку та ускладнення власної структури, то осмислення організація саморозвитку студента передбачає новий шлях формування знань, умінь і навичок у нього. Це означає, що знання він набуває в процесі власної практичної діяльності та формує під впливом різноманітних джерел: викладача, оточення одногрупників, мережі Інтернет, різних видів комунікації тощо.

Таким чином, використання дослідницьких методів навчання дозволяє сформувати необхідні компетентності випускників ЗВО. Зокрема, застосування методу аналізу, студенти вивчають поведінку функції $B(x)$ в околі точки розриву при різних значень приросту аргументу Δ та навчаються оцінювати методи апроксимації функції, визначати їхню інформативність та ефективність. Також, наприклад, можна запропонувати студентам проаналізувати, наскільки ефективно можна подати дані цифровим методом найменших квадратів, чи зрозумілим є це наближення. Після аналізу процесу розв'язування та його візуалізації студенти формулюють власні висновки та їх обговорюють. Цифрові технології не звільняють від обов'язку творчо мислити, володіти математичним апаратом та програмувати. Не має сенсу натаскування студентів на роботу з математичними пакетами без розуміння суті, взаємозв'язків, можливостей та обмежень, реалізації застосованих методів [9].

Доцільно зупинитись на деяких інших методах компенсування явища Гіббса простим перетворенням розрахункової функції, яке не спотворює її поза точками розриву. При цьому викладач передбачає використання візуальних та цифрових технологій [2, 3]. Слід зауважити крім того, такий конструктивіський підхід до розв'язування завдань формує навички роботи в команді, стимулює креативність і допомагає студентам ефективно презентувати інформацію.

Отже, ефективність конструктивістського педагогічного підходу полягає в тому, що викладач під час навчання студента математиці сприяє створенню його особистого навчального середовища за рахунок використання студентом, зокрема, свого попереднього досвіду Студент під опосередкованим управлінням викладача здійснює активну пізнавальну діяльність, що включає конструювання знань і умінь, засвоєння їх у процесі діяльності, присвоєння знань за допомогою їхнього активного дослідження і спільної переробки в спілкуванні з іншими студентами і викладачами. Такий підхід підвищує інтерес до дослідження. Викладач у цьому процесі формує мислення студента, забезпечує наявність джерел інформації, мотивує і спрямовує розвиток студента.

Зважене поєднання традиційних і нових форм подачі навчального матеріалу дозволяє інтенсифікувати творчий потенціал студентів, робить процес навчання більш самостійним, підвищує рівень фундаментальної підготовки майбутнього фахівця. У цьому сенсі "занурення" курсу вищої математики у навчальне інформаційне та цифрове середовища виправдано і відповідає цілям і завданням сучасної вищої освіти.

При цьому, студент навчається міркувати математично. Такий підхід передбачає два аспекти. По-перше, це здатність розуміти та оцінювати вже існуючі математичні аргументи. Студент вчиться визначати основні ідеї у доведеннях. Він розпізнає математичні поняття та розуміє межі їх застосування. Також розвивається вміння узагальнювати результати та працювати з абстракціями. По-друге, студент набуває знання про різні види математичних тверджень і вчиться їх розрізняти. Він розвиває навички будувати власні логічні твердження. Це допомагає перетворювати евристичні міркування у строгі математичні доведення.

Студент за допомогою цифрового середовища реалізує активну пізнавальну діяльність, згідно з підготовленою викладачем методикою, що включає конструювання знань і умінь, засвоєння їх у процесі діяльності, оволодіння знаннями під час активного дослідження та спілкування з іншими студентами і викладачами. При цьому, формується мислення студента, шо забезпечує наявність джерел інформації, мотивує і спрямовує розвиток студента.

Як зазначає С. А. Раков, «... діалектика розвитку методології навчання є рухом від передавання системи знань від викладача до студента до самостійного конструювання студентом особистої системи знань у навчальному процесі на основі дослідницьких підходів у навчанні. При цьому функції викладача перетворюються з функції демонстратора готових теорій у менеджера процесу пошуку та конструювання нових знань, а функції студента – з реципієнта готових теорій до активного конструктора власної системи знань. Це стосується зовсім нової парадигми навчального процесу, у якому активними співтворцями стають і студенти, і викладачі» [6].

Конструктивізм в педагогіці фактично є технологією формування індивідуальної освітньої траєкторії студента за допомогою інформаційних технологій. На нашу думку, конструктивна педагогіка - це конструкторсько-педагогічний процес організації середовища та засобів індивідуального навчання в колективі та розвитку навичок самонавчання в мікросередовищі студента.

Аналіз діяльності кожного студента вказує на те, що конструктивізм у навчанні сприяє пошуку нових технологій і прийомів навчання та поглибленню і впровадженню існуючих інформаційно-візуальних, цифрових та інших.

Зокрема, важливими завданями технологій навчання вважаємо: навчити студентів розумовим операціям, сприяти формуванню умінь аналізувати, порівнювати і зіставляти процеси, робити висновки методами індукції і дедукції, долучати студентів до побудови ідеальних (математичних) моделей (наприклад, синтезу гармонік у рядах Фур'є, розв’язуванняю диференціальних рівнянь тощо) і до розуміння різних символьних позначень (фізика, електроніка, економіка тощо). Вирішення такого завдання ґрунтується на принципах:

- проектування змісту навчання з опорою на узагальнені концепції, системні знання й інтегративні вміння;
- формулювання мети з опорою на ключову позицію конструктивізму: знання не можна передати тому, кого навчають у в готовому вигляді, можна лише тільки створити педагогічні умови для успішного самоконструювання і самозростання знань студентів;
- мотивація до вивчення математики зростає, коли студенти беруть участь у пошуку, аналізі та вирішенні актуальних проблем. Особливу увагу приділяють задачам, що стосуються реального життя, економіки, виробництва та повсякденних ситуацій університету чи міста, що допомагає студентам усвідомити практичну цінність математичних знань;
- стимулювання розумової діяльності студентів, практика мотивацій мислення вголос, заохочення висловлювання гіпотез і припущень, організація змістовного спілкування та обміну думками студентів (як фронтального, так і в малих групах).

Висновки

За результатами дослідження знайшли своє підтвердження гіпотези про те, що використання конструктивістського підходу в навчанні математики сприяє не лише кращому засвоєнню теоретичного матеріалу, а й розвитку навичок критичного мислення, самостійного пошуку рішень і творчого підходу до математичних задач.

Було встановлено, що інтеграція цифрових та візуально-інформаційних технологій у процес навчання значно підвищує рівень зацікавленості студентів, покращує розуміння абстрактних

математичних понять і сприяє ефективному застосуванню математичних методів у професійній діяльності.

Також підтверджено, що впровадження інтерактивних завдань, групової роботи та проектної діяльності сприяє формуванню комунікативних навичок, уміння працювати в команді та здатності презентувати власні результати. Це, у свою чергу, підвищує рівень готовності студентів до реальних інженерних викликів та сприяє їхній адаптації до сучасних вимог професійного середовища.

Отримані результати підтверджують доцільність подальшого розвитку та впровадження конструктивістських методів навчання в освітній процес студентів технічних спеціальностей, а також їхнє поєднання з сучасними цифровими технологіями для підвищення якості математичної підготовки.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сліпчишин Л. Психолого-педагогічні засади впровадження ідей конструктивістської педагогіки у навчання. *Розвиток педагогічних наук в Україні і Польщі на початку XXI століття* : зб. наук. праць. Черкаси ; Київ : [Видавець Чабаненко Ю.А.], 2011. С.258–262/

2. Кирилащук С. Проектування технології візуалізації вивчення курсу вищої математики / С. Кирилащук, З. Бондаренко, В. Клочко // Актуальні питання природничо-математичної освіти : збірник наукових праць. Вип. 2 (24) – Суми : [СумДПУ імені А. С. Макаренка], 2024. –.С. 33–40. – ISSN: 2519-2361

3. Klochko V.I., Klochko O. V. and Fedorets V. M. / Visual modeling technologies in the mathematical training of engineers in modern conditions of digital transformation of approaches to creating visual content / DigiTransfEd 2024: 3rd Workshop on Digital Transformation of Education, co-located with the 19th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2024, September 23-27, 2027, Lviv, Ukraine 57-73 CEUR-WS. org / Vol-3771/ paper20.pdf ID: 68596bfb-865c-4477-8075-00aae17a9492

4. Д'юї Дж. Демократія і освіта / Джон Д'юї; пер. з англ. І. Босак, М. Олійник, Г. Пехник. – Львів : Літопис, 2003. – 294

5. Mandl H., Koop B. und Dvorak S. Aktuelle theoretische Ansätze und empirische Befunde im Bereich der Lehr- und Lern- Forschung – Schwerpunkt Erwachsenenbildung. – Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Pädagogische Psychologie, 2004. – S. 26–29 (92).

6. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Раков Сергій Анатолійович. – Харків, 2005. – 516 с.

7. Спірін О. М. Цифровізація освіти, освітнього процесу // Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України: 2-ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1099-1100.

8.Кремень В., Биков В., Ляшенко О., Литвинова С., Луговий В., Мальований Ю., Пінчук О., Топузов О. Науковометодичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи. Наукова доповідь загальним зборам НАПН України «Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи», 18–19 листопада 2022 р. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2022. №4 (2).С. 1–49.

9. Горобець С. М. Формування графічної компетентності майбутніх фахівців у процесі вивчення інженерної та комп'ютерної графіки: діяльнісний підхід: *Діяльнісні засади підготовки майбутніх компетентних фахівців в умовах сучасних викликів*: монографія. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2024. С. 208–229.

10. Медведєва М. О., Колмакова В. О., Коровнік І. С. Візуалізація навчального матеріалу: аналіз сучасних онлайн-сервісів. *Інноваційна педагогіка*. 2021. Т. 2, № 41. С. 128–132. URL: https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/41/2.25.

Кирилащук Світлана Анатоліївна – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та компютерної інженерії. Вінницький національний технічний університет, e-mail:ksa07750@gmail.com

Клочко Віталій Іванович – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики. Вінницький національний технічний університет, e-mail: vi.klochko.7@gmail.com

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

Вінницький національний технічний університет, e-mail: zlatikbond@gmail.com

Kyrylashchuk Svitlana A.– Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technology and Computer Engineering . (Vinnytsia National Technical University) ksa07750@gmail.com

Klochko Vitaliy I.- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics. (Vinnytsia National Technical University) vi.klochko.7@gmail.com

Bondarenko Zlata V. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics. (Vinnytsia National Technical University) zlatikbond@gmail.com