

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Задерей Н.М., Нефьодова Г.Д. Методичні аспекти професійно-орієнтовної математичної підготовки студентів технічних університетів. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 205-209.

Zaderei N., Nefodova G. Methodical Aspects Of Professionally Directed Mathematical Training Of Students In Technical Universities. Physical and Mathematical Education. 2018. Issue 1(15). P. 205-209.

УДК 372.851

Н.М. Задерей¹, Г.Д. Нефьодова²

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна
¹zadereypv@ukr.net, ²g.nefyodova@gmail.com
DOI 10.31110/2413-1571-2018-015-1-038

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Анотація. В статті розглядаються методологічні проблеми організації навчального процесу при викладанні курсу вищої математики в технічних вишах, пов'язані з метою забезпечення якісної фундаментальної підготовки фахівців відповідно до вимог сучасного ринку праці. Пріоритетним завданням при вивченні курсу вищої математики в університетах є формування цілісної системи як теоретичних, так і практичних знань, засвоєння чіткої логічної доказової бази фундаментальних знань, і, як наслідок, самостійна дослідницька робота студентів, спрямована на генерування нових ідей та майбутній кар'єрний ріст.

Коротко аналізуються основні проблеми, з якими стикаються викладачі технічних університетів при викладанні вищої математики, що пов'язані, як з недоліками шкільної підготовки абітурієнтів, так і з недостатньою самостійністю та відсутністю мотивації сучасних студентів. Визначаються основні складові освітнього процесу. Метою сучасної університетської освіти має бути не лише надання майбутнім фахівцям деякої системи знань та навичок, а, що важливіше, формування здатності до неперервної їх модернізації, постійного оновлення.

Надається аналіз останніх результатів ЗНО з математики, пропонуються кілька можливих варіантів усунення недоліків шкільної математичної підготовки. Розглядаються питання удосконалення математичної освіти майбутніх фахівців через зміну підходів у навчанні, описано досвід у подоланні цих проблем. Наголошено на важливості творчої, пошукової, самостійної діяльності, яка сприяє науковій складовій та високопрофесійній підготовці майбутніх фахівців.

На прикладах проілюстровано деякі методи для зацікавлення студентів при дослідженні міжпредметних зв'язків курсу вищої математики з загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами.

Звертається увага на навчання, спрямоване на самостійну роботу та підвищення внутрішньої мотивації студентів, заохочення їх до аналітичного мислення, творчої діяльності. Зроблено висновки відносно важливості активізації професійно-орієнтовної складової математичної підготовки студентів вишів.

Ключові слова: активізація процесів пізнання, креативне мислення, інтенсивність засвоєння матеріалу, міжпредметні зв'язки курсу вищої математики з загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами.

Постановка проблеми. Враховуючи багаторічний досвід авторів у викладанні вищої математики на технічних факультетах Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», можна, на жаль, відмітити значне погіршення рівня шкільної математичної підготовки нинішніх абітурієнтів і, як наслідок, теперішніх першокурсників вищих технічних навчальних закладів.

В одному з останніх інтерв'ю, присвяченому проблемам сучасної вищої освіти, ректор КПІ імені Ігоря Сікорського академік Михайло Згуровський наголосив, що хоча вже більше десяти років українська вища школа працює за системою ЗНО, це однозначно зменшує креативний творчий потенціал нашої нації. За його словами, лише ті студенти, що думають нестандартно, ретельно займаються самоосвітою, долають виклики, з якими вони раніше не стикалися, відходять від «тунельного» мислення, що провокують типові схематичні задачі ЗНО, дійсно мають шанс стати видатними професіоналами. Інші ж приречені на сірість.

Зі слів директора Українського центру оцінювання якості освіти (УЦОЯО) Вадима Карандія на прес-конференції в Укрінформі, присвяченій підсумкам ЗНО 2017 року: "Кількість тих, хто володіє відповідними знаннями на початковому та середньому рівні, є більшою, ніж тих, хто відповідно здобув чи підтвердив рівень досягнень на достатньому чи високому рівні".

Звісно, високий рівень шкільної освіти мав би знайти відображення у результатах ЗНО, але у 2017 році ми маємо лише 303 результати по 200 балів з усіх предметів, за винятком іспанської мови. Результати невтішні. Слід зауважити, що в 2017 році у ЗНО брало участь 239952 абітурієнти, і тільки 294 з них отримали найвищі результати (0,12%).

За даними УЦОЯО з одного предмету 200 балів отримали 285 осіб, з двох предметів – 9 осіб, з яких четверо – випускники шкіл Львова, по одній особі отримали 200 балів з двох предметів з Львівської області, Києва, Чернігова, Одеси та Ужгорода. Найбільше випускників, які отримали 200 балів, навчалися у Києві (82 особи), Львівській області (49), Запорізькій та Харківській областях (по 18), Дніпропетровській (15) та Закарпатській (14) областях.

Спеціалізовані заклади середньої освіти, що надають широку, ґрунтовну освіту, орієнтовану не тільки на розв'язання елементарних типових завдань, підготували найбільшу кількість кращих абітурієнтів. У 2017 році Львівський фізико-математичний інтернат при Львівському національному університеті підготував 16 випускників, що набрали 200 балів з ЗНО. Друге місце займає Київський ліцей № 171 "Лідер" – 10 осіб. Третє місце посіла Ужгородська спеціалізована школа-інтернат з поглибленим вивченням окремих предметів Закарпатської обласної ради - 9 осіб. По 5 учнів, які набрали 200 балів, підготували три спеціалізовані навчальні заклади Києва - ліцей "Наукова зміна", ліцей № 142 та № 208.

Логічним висновком з даних результатів є реформа сучасної середньої освіти, що передбачає трирічну спеціалізовану підготовку школярів, а це становить 25% терміну дванадцятирічного шкільного навчання. Причому найбільш свідомого для майбутніх абітурієнтів.

Про необхідність змін сільської середньої освіти красномовно говорять цифри – за даними МОН в сільських школах результати ЗНО значно гірше, а витрат на навчання одного школяра там більше. Для покращення середньої освіти школярів з сільської місцевості передбачається створення опорних шкіл (для 5-11 класів), які мають забезпечити значно вищий рівень навчання. Організація цього процесу теж під питанням (приміщення, догляд, транспорт, якість доріг, різна кількість навчальних годин у школярів середньої та старшої шкіл тощо).

Аналіз актуальних досліджень. Тестування, до якого звикли школярі під час навчання, не передбачає глибокого знання основних методів математичних досліджень, ясного розуміння складних математичних означень, чіткої логіки доведення теорем та загального бачення теми, що вивчається. Школа не займається вихованням допитливості, математичного азарту, який виникає в змаганні при розв'язуванні цікавої математичної задачі.

Цією проблемою занепокоєна і чільник МОН України Лілія Гриневиц: "У новій школи має бути інший зміст, інші методи навчання. Це не може бути авторитарний стиль, до якого звикла пострадянська школа: вчитель розказує, а діти мають відтворити почуте".

Слід зауважити, що лише незначна кількість учнів старших класів поглиблює знання зі шкільного курсу математики та фізики на підготовчих курсах технічних вишів, що пов'язано з розташуванням цих курсів переважно у великих містах та не досить широким впровадженням відповідних онлайн-курсів.

Для усунення прогалин шкільної фундаментальної підготовки з математики, фізики та підвищення ефективності засвоєння матеріалу університетських дисциплін першокурсники КПІ імені Ігоря Сікорського мають змогу безкоштовно пройти "Адаптаційний курс" та додатковий "Поглиблений курс" (навчання платне) з даних дисциплін. До роботи залучено висококваліфікованих викладачів вишу, що дозволяє повністю синхронізувати додаткові заняття з університетською програмою. Для заохочення при наявності сертифіката про проходження курсу студенти отримують додаткові бали до семестрового рейтингу.

Мета статті. Метою статті є проаналізувати основні проблеми та визначити сучасні підходи при викладанні вищої математики у технічних вищих наукових закладах.

Виклад основного матеріалу. Усі ці складові, що є на заваді формування ґрунтовної підготовки з шкільного курсу математики, повинні враховуватися викладачами вищих учбових закладів, особливо тими, хто працює на перших-других курсах.

Проведення кожного нового учбового року вхідної контрольної роботи збереження знань з елементарної математики на першому занятті у КПІ імені Ігоря Сікорського (КР33-0) допомагає викладачам виявити недоліки математичної підготовки студентів, скласти план додаткових консультацій для їх подолання, а також організувати самостійну роботу студентів-першокурсників для адаптації їх до вивчення курсу вищої математики. Прагматизм в отриманні балів, а не знань, породжений ще в середній школі, призводить до того, що студенти у вишах більш цікавляться своїми балами до рейтингу, аніж допущеними помилками при розв'язанні завдань з розрахунковою чи контрольними роботами та правильними розв'язками завдань.

Останнім часом частка самостійності у виконанні завдання є значно меншою порівняно з застосуванням технічних засобів, якими сучасні студенти досить активно та професійно користуються (програмне забезпечення, довідники, готові розв'язки, що викладені у мережах тощо). Потрібно зазначити, що окремий загін допитливих студентів становлять учасники олімпіад, але, на жаль, більшість з цих студентів теж цікавить лише кількість додаткових балів до семестрового рейтингу з даної дисципліни, яку вони отримують за участь у олімпіаді [1].

Стрімкий науково-технічний прогрес, суцільна комп'ютеризація суспільства, виникнення нових технологій ставлять перед викладачами вищої школи низку необхідних вимог:

- компетентність та професіоналізм, ерудованість
- творче мислення
- розгляд оптимальних інформаційно-логічних тем
- вміння зацікавити та мотивувати студентів до навчання
- зосередження на можливому практичному застосуванні набутих знань
- конкурентоспроможність
- адаптація щодо нових умов на сучасному світовому ринку праці

Ідеально було б, виходячи із недосконалої шкільної підготовки студентів з математики, збільшити обсяг курсу вищої математики. На жаль, навчальні плани спеціальних кафедр, враховуючи нові підходи з викладання математичних дисциплін для учасників болонського процесу, містять значне скорочення аудиторних годин у курсі вищої математики,

яка, як відомо, є фундаментальною складовою в освіті та кваліфікації майбутнього спеціаліста у технічній сфері. Для подолання цих проблем потрібна інтенсивна системна та наполеглива робота викладачів вищої математики у тісній взаємодії з профільними кафедрами, спрямована на наступні кроки:

- активізувати процес пізнання
- з більшою інтенсивністю засвоювати заплановані теми та розділи
- організувати самостійну роботу студентів з опрацювання теоретичного та практичного матеріалу
- зацікавити та мотивувати студентів
- розвивати творче спілкування викладача зі студентами
- широко використовувати сучасні комп'ютерні технології (до речі, у КПІ імені Ігоря Сікорського працює електронна система "Кампус" та ін.)

Кожна лекція з вищої математики повинна бути цікавою, якісною, інформаційною, насиченою та переконливою. У КПІ імені Ігоря Сікорського студентам пропонуються онлайн лекції як з вищої математики, так і з курсу елементарної математики. Практичні заняття проводяться у формі дискусії або рольової чи ділової гри. Попередньо повідомивши тему та завдання наступного заняття, викладачі дають змогу студентам самостійно опрацювати простішу частину теми, і на практичному занятті є час сконцентрувати увагу на більш складних та нетипових задачах.

Наприклад, при вивченні теми "Полярна система координат. Побудова кривих, заданих у полярній системі координат" доречно запропонувати студентам при підготовці до заняття як самостійну роботу побудувати графіки функцій, заданих декартовими координатами, зокрема графіки тригонометричних функцій виду

$$y = \alpha \sin(kx), y = \alpha \cos(kx), y = \alpha(1 + \beta \sin x), y = \alpha(1 + \beta \cos x)$$

Важливо зосередити увагу на знаковизначеності цих функцій; симетрії відносно прямих $x = Const$; дослідити функції на екстремум; визначити інтервали монотонності. На практичному занятті для кращого розуміння побудови кривих у полярній системі координат доречно порівняти графіки функцій $\rho = \rho(\varphi)$, задані у полярній системі координат та відповідні графіки функцій $y = y(x)$ у декартовій системі, де полярні змінні (ρ, φ) безпосередньо замінені декартовими змінними (x, y) . Як наслідок, на практичному занятті можна значно заощадити час та розглянути більшу кількість цікавих задач.

Планування занять з математичної підготовки студентів вимагає від викладача високого професіоналізму, гнучкості, ерудиції, необхідності постійного вдосконалення і поглибленого вивчення даного предмету, вміння підібрати такі задачі, що, по можливості, охоплюють значну область положень та знань, які можна повторити, вивчити і засвоїти під час дослідження і розв'язування задачі [2].

Слід зазначити, що часто студенти перших та других курсів технічних вишів недостатньо інформовані про роль математики у майбутній професії, слабо мотивовані до вивчення предмету. Викладачі спеціальних дисциплін (квантова механіка, теорія електричних кіл, фізика твердого тіла, теорія коливань та хвиль, аналогова схемотехніка, теорія сигналів, інформаційні технології тощо) відзначають відсутність необхідної математичної бази. Це свідчить про те, що немає наступності між курсом фундаментальної математики і профільючими дисциплінами, а при викладанні вищої математики недостатньо дотримується професійна спрямованість. Математична підготовка студентів технічних вузів має низку суттєвих недоліків:

- невивіршена формалізація математичних знань
- довідковий характер засвоєння математичного матеріалу
- відсутність міжпредметних зв'язків курсу вищої математики з загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами
- слабкі навички у використанні математичного апарату при вивченні профільних спеціальних дисциплін

Значно підсилює інтерес до вивчення математичних дисциплін, підвищує мотивацію навчання, полегшує складний процес засвоєння математичних знань зв'язок з дисциплінами профільного циклу, квантовою механікою, теорією електричних кіл тощо, що у свою чергу збагачує зміст математичної освіти, підвищує ефективність професійної підготовки [3].

Так при вивченні теми "Векторний аналіз. Теорія поля" в курсі математичного аналізу студентам першого курсу за напрямом підготовки "мікро- та наносистемна техніка" було запропоновано самостійно довести формули векторного аналізу, що використовуються в курсі квантової механіки для виведення рівняння неперервності для потоку густини ймовірності. Студентам був рекомендований підручник з квантової механіки [4, с. 73], де використовуються дані формули, але їх доведення у даному підручнику було відсутнє. Бажаючи перевірити свої сили було запропоновано довести наступні дві формули:

$$\operatorname{div}(f\vec{A}) = f \operatorname{div}\vec{A} + \vec{A} \operatorname{grad} f \tag{1}$$

$$\operatorname{div}(\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi) = \psi \Delta \psi^* - \psi^* \Delta \psi \tag{2}$$

Формула (1) наводиться у багатьох підручниках, а доведення формули (2) немає.

На даному потоці навчаються 48 студентів, з них 21 студент зацікавився цією задачею. Особливий інтерес становила формула (2), ліва частина якої містить оператор Гамільтона, тобто оператор набла ∇ , а права частина – оператор Лапласа, тобто лапласіан Δ . Щоб зацікавити студентів, було розказано, що символ набла ∇ історично відомий як "атлед", тобто слово "дельта", що прочитано справа наліво, за подібністю до перевернутої грецької літери дельта Δ .

Формулу (2) студенти доводили кількома способами.

Наприклад, перше доведення, яке запропонували два студенти з курсу:

$$\operatorname{div}(\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi) = \psi \Delta \psi^* - \psi^* \Delta \psi$$

Враховуючи властивості операції дивергенції, отримаємо:

$$\operatorname{div}(\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi) = \psi \operatorname{div}(\nabla \psi^*) + \nabla \psi^* \operatorname{grad} \psi - \psi^* \operatorname{div}(\nabla \psi) - \nabla \psi \operatorname{grad} \psi =$$

$$= \psi \Delta \psi^* + \nabla \psi^* \nabla \psi - \psi^* \Delta \psi - \nabla \psi^* \nabla \psi = \psi \Delta \psi^* - \psi^* \Delta \psi$$

Інші студенти запропонували наступний спосіб доведення:

$$\begin{aligned} \operatorname{div}(\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi) &= \psi \Delta \psi^* - \psi^* \Delta \psi \\ \psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi &= \psi (\psi'_x, \psi'_y, \psi'_z) - \psi^* (\psi'_x, \psi'_y, \psi'_z) = \\ &= (\psi \psi'_x - \psi^* \psi'_x; \psi \psi'_y - \psi^* \psi'_y; \psi \psi'_z - \psi^* \psi'_z) = \bar{A} \end{aligned}$$

Далі за означенням дивергенції векторного поля отримаємо:

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \bar{A} &= \frac{\partial (\psi \psi'_x - \psi^* \psi'_x)}{\partial x} + \frac{\partial (\psi \psi'_y - \psi^* \psi'_y)}{\partial y} + \frac{\partial (\psi \psi'_z - \psi^* \psi'_z)}{\partial z} = \\ &= \psi'_x \psi''_x + \psi \psi''_{xx} - \psi^* \psi''_x - \psi^* \psi''_{xx} + \psi'_y \psi''_y + \psi \psi''_{yy} - \psi^* \psi''_y - \psi^* \psi''_{yy} + \\ &+ \psi'_z \psi''_z + \psi \psi''_{zz} - \psi^* \psi''_z - \psi^* \psi''_{zz} = \psi \Delta \psi^* - \psi^* \Delta \psi \end{aligned}$$

Результати роботи наведені у наступній таблиці:

Таблиця 1.

Аналіз самостійної роботи студентів

Кількість студентів	Кількість	% від загальної кількості студентів	% від кількості студентів, що довели формули
на потоці	48	100%	
які довели формули	21	43,75%	100%
які довели лише першу формулу	10	20,83%	47,62%
які довели обидві формули	8	16,67%	38,09%
які невірно довели обидві формули	3	6,25%	14,29%

Як висновок, зазначимо, що студенти, які виконали це додаткове завдання з вищої математики і довели формули, іспит з математичного аналізу склали успішно, на відмінно та добре. Викладачі із задоволенням відмітили, що виведення цих формул, які студенти самостійно довели, побачивши у підручнику з квантової механіки, викликало їх інтерес і до теорії математичного аналізу та мотивувало розібратись у поняттях, означеннях та теоремах векторного аналізу, таких як дивергенція, градієнт, ротор, циркуляція, потенціал, потік векторного поля, теореми Стокса, Остроградського – Гауса, Остроградського – Гріна.

Подібних завдань, прикладів можна знайти чимало.

Висновки. Самостійне дослідження, вирішення цікавої нестандартної задачі, поглиблене вивчення деяких тем сприяють глибокому засвоєнню студентами основ математичних наук, розвивають уміння бачити і використовувати міжпредметні зв'язки, демонструють прикладну спрямованість курсу вищої математики.

У підсумку зауважимо, що складно охопити усі можливі ефективні та інноваційні підходи для підвищення якості викладання вищої математики у вишах. Дані роботи потрібно комбінувати з традиційними, класичними, кожного разу виходячи з рівня математичної освіти та можливостей студентів. Головне, що робота, направлена на активізацію, підвищення мотивації студентів, заохочення їх до творчості та аналітичного мислення завжди направлена на відповідний успіх у вихованні гідної професійної зміни та справжніх спеціалістів, що є метою вищої школи.

Професійно-орієнтовна математична підготовка студентів технічних вишів є важливою складовою цього процесу.

Список використаних джерел

1. Задерей Н. М., Мельник І. Ю., Нефьодова Г. Д. Сучасні тенденції у вивченні математики. XVII Міжнародна наукова конференція ім. академіка М. Кравчука (м. Київ, 19-20 травня, 2016 р.) Київ. НТУУ «КПІ». 2016. т.3. С. 240-243. URL: <http://matan.kpi.ua/public/files/kk2016/kravchuk2016-volume3.pdf>
2. Задерей Н. М., Нефьодова Г. Д. Головні аспекти викладання вищої математики у технічних вищих навчальних закладах. Третя міжнародна науково-практична конференція «Математика в сучасному технічному університеті» (м. Київ, 25-26 грудня 2014 р.) Київ. НТУУ «КПІ». С. 162-165. URL : <http://matan.kpi.ua/public/files/mvstu3/mvstu3-abstracts.pdf>
3. Задерей Н. М., Мельник І. Ю., Нефьодова Г. Д. Сучасні підходи до STEM – навчання в університетській освіті. Scientific Journal "Virtus" Issue # 5, February, 2016. P. 152 – 155.
4. Молчанов В. І. Квантова механіка: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 151 с.

References

1. Zaderei N. M., Melnyk I. Y., Nefodova G. D. Modern Trends in Learning Mathematics // XVII International Scientific Conference Named by Academician M. Kravchuk (Kyiv, May 19-20, 2016) Kyiv. NTUU "KPI". 2016. V.3. P. 240-243. (in Ukrainian) <http://matan.kpi.ua/public/files/kk2016/kravchuk2016-volume3.pdf>
2. Zaderei N. M., Nefodova G. D. The Major Aspects of Teaching Mathematics in Technical Universities // The Third International Scientific and Practical Conference "Mathematics in Modern Technical University" (Kyiv, December 25-26, 2014) Kyiv. NTUU "KPI". P. 162-165. (in Ukrainian) <http://matan.kpi.ua/public/files/mvstu3/mvstu3-abstracts.pdf>

3. Zaderei N. M., Melnyk I. Y., Nefodova G. D. New Approaches to STEM – Learning in University Education //Scientific Journal “Virtus” Issue # 5, February, 2016. – P. 152 – 155.
4. Molchanov V. I. Quantum Mechanics: Textbook. Kyiv. NTUU “KPI”, 2013. 151 p. (in Ukrainian)

**METHODICAL ASPECTS OF PROFESSIONALLY DIRECTED MATHEMATICAL TRAINING OF STUDENTS
IN TECHNICAL UNIVERSITIES**

Nadiya Zaderei, Galyna Nefodova

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

Abstract. *The article discusses methodological problems of organization of educational process in teaching of higher mathematics in technical universities related to the goal of providing high-quality fundamental preparation of specialists in accordance with the requirements of the modern labour market. Priority in the study of higher mathematics course in universities is a holistic system of theoretical and practical knowledge, the assimilation of clear and logical evidence of fundamental knowledge and, as a result, independent research work of students, aimed at generating new ideas and future career growth.*

Briefly analyze the main problems faced by teachers of technical universities in the teaching of mathematics involved, as with the shortcomings of school preparation, and lack of independence and lack of motivation of modern students. Identifies the main components of the educational process. The aim of modern University education should not only enable the future specialists of a certain system of knowledge and skills and, more importantly, develop the ability to continuously upgrade ongoing updates.

Provides analysis of the latest results of testing in mathematics, there are several possible variants of elimination of shortcomings of school mathematical training. Considers the issues of improving mathematical education of future specialists through a change in approaches to learning, describes the experience in overcoming these problems. Emphasized the importance of creative search, self-employment, contributes to the scientific component of the professional training of future specialists.

The examples illustrate some methods to interest students in the study of intersubject connections of course of higher mathematics with General technical and special disciplines.

The attention to training that focuses on independent work and increase the internal motivation of students, encouraging their critical thinking, creative activities. Conclusions are drawn regarding the importance of strengthening professionally-oriented component of mathematical preparation of students of universities.

Key words: *activation of the learning process, creative thinking, intensity of the assimilation of learning content, inter subject links of the course of mathematics in technical universities with general technical and special disciplines.*