

УДК 372.862

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-7\(35\)-256-264](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-7(35)-256-264)

Анпілогов Дмитро Ігорович кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри математики, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, тел.: (061) 269-82-66, <https://orcid.org/0000-0003-2166-3877>

Сніжко Наталія Вікторівна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, тел.: (061) 269-82-66, <https://orcid.org/0000-0003-4547-5934>

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Анотація. В статті розглядаються питання, пов'язані з розвитком та реалізацією міжпредметних зв'язків при викладанні вищої математики майбутнім інженерам в технічному університеті. Відзначається посилення ролі міждисциплінарного підходу як в процесі навчання, так і в наукових дослідженнях. Відповідно до нових освітніх стандартів підкреслено необхідність розробки методичних підходів викладання, які ґрунтуються на реалізації міжпредметних зв'язків, де математиці відводиться особлива роль. Встановлено, що зв'язок математики з природничими, загальнотехнічними та спеціальними фаховими дисциплінами дозволить забезпечити більш повне засвоєння знань, сформує вміння та навички, які допоможуть майбутнім інженерам вирішувати завдання, пов'язані з їхньою професійною діяльністю.

Сформульовано завдання, які необхідно вирішити для реалізації міжпредметних зв'язків. Сформульовано умови, за яких ці завдання можуть успішно вирішуватись. Досліджено існуючі зв'язки між вищою математикою та природничими і загальнотехнічними дисциплінами, які вивчаються на першому та другому курсах технічного університету. Розглянуто дисципліни електротехніка, опір матеріалів, теоретична механіка, фізика. Співставлено учбові теми вказаних дисциплін з їхнім математичним змістом. Зв'язки представлені у вигляді таблиць, в яких відображено відповідність між вузловою темою, що вивчається, і її математичним забезпеченням.

Зазначено, що посилення міждисциплінарних зв'язків при вивченні вищої математики та загальнотехнічних і спеціальних фахових дисциплін в технічному університеті є однією з важливих та необхідних умов формування професійних компетентностей майбутніх інженерів. Запропонований варіант

реалізації міжпредметних зв'язків формує у студентів компетенції для розв'язання у подальшому професійно орієнтованих задач, і таким чином готує майбутнього фахівця-інженера до викликів сучасного виробництва.

Ключові слова: міжпредметні зв'язки, вища математика, технічний університет, інженерна освіта.

Anpilohov Dmytro Ihorovych Candidate of Science (engineering), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Mathematics, National University «Zaporizhzhia Polytechnic», St. Zhukovsky, 64, Zaporizhzhia, 69063, tel.: (061) 269-82-66, <https://orcid.org/0000-0003-2166-3877>

Snizhko Nataliia Viktorivna Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Mathematics, National University «Zaporizhzhia Polytechnic», St. Zhukovsky, 64, Zaporizhzhia, 69063, tel.: (061) 269-82-66, <https://orcid.org/0000-0003-4547-5934>

INTERDISCIPLINARY LINKS IN TEACHING HIGHER MATHEMATICS AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Abstract. The article examines issues related to the development and implementation of interdisciplinary links when teaching Higher Mathematics to future engineers at a technical university. The strengthening of the role of the interdisciplinary approach both in the learning process and in scientific research is noted. In accordance with the new educational standards, the need to develop methodological approaches to teaching, which are based on the implementation of interdisciplinary links, where mathematics is given a special role, is emphasized. It has been established that the connection of mathematics with natural sciences, general technical and special professional disciplines allows to ensure a more complete assimilation of knowledge, forms skills and abilities helping future engineers to solve tasks related to their professional activities.

Tasks that must be solved to implement interdisciplinary links are formulated. The conditions under which these tasks can be successfully solved are formulated. The existing connections between Higher Mathematics and natural and general technical disciplines, which are studied in the first and second years of a technical university, are studied. Such disciplines as Electrical Engineering, Strength of Materials, Theoretical Mechanics, Physics are considered. The educational topics of the specified disciplines are compared with their mathematical content. Connections are presented in the form of tables, which reflect the correspondence between the nodal topic being studied and its mathematical support.

It is noted that the strengthening of interdisciplinary links in the study of Higher Mathematics and general technical and special professional disciplines at the

technical university is one of the important and necessary conditions for the formation of professional competencies of future engineers. The proposed variant of implementation of interdisciplinary connections forms students' competences for solving professionally oriented problems in the future, and thus prepares the future specialist-engineer for the challenges of modern production.

Keywords: interdisciplinary links, Higher Mathematics, technical university, engineering education.

Постановка проблеми. У зв'язку з інтеграцією української вищої освіти в європейський освітній простір в Україні в останні десятиліття відбувається модернізація вищої школи. Відповідно до нових освітніх стандартів більша частина часу відводиться на самостійну роботу студентів. Виникає протиріччя між підвищенням вимог щодо якості фундаментальної освіти майбутніх інженерів та скороченням аудиторних годин, які відводяться на вивчення математики, фізики, нарисної геометрії та інших фундаментальних загальноосвітніх дисциплін. Цю суперечність можна вирішити шляхом розробки методичних підходів викладання, які ґрунтуються на реалізації міжпредметних зв'язків, де математиці відводиться особлива роль.

Вирішення цих питань особливо актуально на перших курсах навчання студентів у технічному університеті. Пояснюється це тим, що підготовка абітурієнтів з фундаментальних дисциплін (математика, фізика) у середніх навчальних закладах в останні роки є недостатньою. Негативна тенденція щодо рівня підготовки абітурієнтів має, звичайно, свої об'єктивні причини зовнішнього характеру (пандемія, повномасштабне вторгнення та введення воєнного стану). Тому на початковому етапі навчання в університеті обов'язковою є така організація навчальної діяльності, яка дозволяє актуалізувати та систематизувати шкільні знання паралельно з вивченням нових розділів курсу вищої математики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасному світі роль міждисциплінарного підходу як в процесі навчання, так і в наукових дослідженнях невпинно зростає [1]. Проблема розвитку міжпредметних зв'язків та їх реалізацій у навчальному процесі є темою великої кількості науково-педагогічних досліджень. Але слід зауважити, що переважна більшість робіт присвячена дослідженню міжпредметних зв'язків у закладах середньої та передфахової вищої освіти. Практична реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні, зокрема, вищої математики в технічних університетах, на наш погляд, досліджена недостатньо. В якості досліджень саме цього напрямку можемо відзначити наступні роботи. В статті [2] аналізуються різні підходи до трактування поняття «міжпредметні зв'язки» та розглядається зв'язок курсів вищої математики та загальної фізики в навчанні інженерів-

електромеханіків. Робота [3] присвячена дослідженню міжпредметних зв'язків фізики і математики під час викладання розділу «Фізичні основи механіки» курсу фізики студентам першого курсу технічного університету. В роботі [4] розглядаються особливості навчання студентів електромеханічного напрямку математичним дисциплінам.

Мета статті – дослідження існуючих зв'язків між вищою математикою та природничими і загальнотехнічними дисциплінами, які вивчаються на першому та другому курсах технічного університету. Зв'язки представлені у вигляді таблиць, в яких відображено відповідність між вузловою темою, що вивчається, і її математичним забезпеченням.

Виклад основного матеріалу. Зв'язок математики з природничими, загальнотехнічними та спеціальними фаховими дисциплінами дозволить забезпечити більш повне засвоєння знань, сформує вміння та навички, які допоможуть майбутнім інженерам вирішувати завдання, пов'язані з їхньою професійною діяльністю.

На жаль, більшість студентів не усвідомлюють повною мірою мети вивчення фундаментальних дисциплін, до яких входить математика, вважаючи їх «непотрібними». Це пов'язано, насамперед, з невмінням застосовувати знання, отримані при вивченні однієї дисципліни, для пояснення процесів, які вивчаються в інших дисциплінах. Недостатньо сформовані вміння та навички не дозволяють студентам правильно орієнтуватися у конкретних технічних завданнях. Це обумовлено тим, що при вивченні вищої математики досить часто формування математичного апарату не спрямовано на його подальше використання у професійній діяльності.

Саме тому актуальною є проблема ефективної реалізації міжпредметних зв'язків у вищих технічних навчальних закладах, оскільки саме ці зв'язки об'єднують у єдине ціле всі структурні елементи навчального процесу (зміст, форми, методи та засоби навчання) та сприяють підвищенню його ефективності.

Проблема реалізації міжпредметних зв'язків здійснюється шляхом вирішення таких завдань, як:

- проведення аналізу програм курсів з метою виявлення випереджаючого, паралельного та наступного викладу тем;
- виявлення вузлових тем курсів, при вивченні яких застосування інтегрованих підходів було б найбільш ефективним;
- виявлення професійно значущих умінь студентів та побудова системи міжпредметних завдань для формування цих умінь;
- встановлення характеру взаємозв'язку курсу математики та курсів природничих, загальнотехнічних та спеціальних фахових дисциплін;
- формулювання критеріїв реалізації перспективних, синхронних та наступних міжпредметних зв'язків під час проведення аудиторних занять.

Розробка змісту та методики проведення інтегрованих лекцій та практичних занять на основі цих критеріїв;

- розробка методик створення інтегрованих тематичних тестів для перевірки ефективності реалізації міжпредметних зв'язків курсів. Складання тестових завдань для поточного контролю.

Для успішного вирішення цих завдань необхідне здійснення цілої низки умов. Виходячи з власного багаторічного досвіду викладання вищої математики в технічному університеті на різних факультетах та спеціальностях, ми можемо сформулювати наступні основні умови успішного вирішення завдань реалізації міжпредметних зв'язків:

- при складанні та затвердженні навчальних планів, програм випусковою кафедрою повинна братись до уваги думка викладачів, які читають загальноосвітні фундаментальні курси;

- важливою умовою здійснення міжпредметних зв'язків є знайомство викладачів із програмами, підручниками та методиками суміжних дисциплін;

- до навчальних посібників, методичних вказівок та інших навчально-методичних матеріалів слід включати матеріал суміжних дисциплін, який має пряме відношення до теми, що вивчається, але не дублює приклади, досліди та демонстрації, знайомі студентам;

- не можна допускати спотворень, неточностей при трактуванні одних і тих самих питань у процесі викладання суміжних дисциплін;

- якщо на занятті використовується додатковий матеріал із суміжної дисципліни, то він повинен за змістом відповідати темі, яка вивчається;

- приклади із суміжних дисциплін повинні не відводити від основної мети, а сприяти розкриттю змісту теми, яка вивчається;

- зв'язок між дисциплінами не повинен бути одностороннім, бажаний результат може бути отриманий лише тоді, коли ним користуються у викладанні кожної дисципліни.

Ми виділили чотири дисципліни, які вивчаються студентами інженерно-технічних спеціальностей: електротехніка [5], опір матеріалів [6], теоретична механіка [7] і фізика [8]. Ці дисципліни розглядаються як суміжні по відношенню до вищої математики. Далі ми співставили учбові теми суміжних дисциплін з їхнім математичним змістом. Варто зауважити, що і суміжних дисциплін, і учбових тем в їх рамках можна виділити набагато більше, але, на жаль, формат статті не дає можливості для більш детального аналізу, тому для прикладу ми наводимо тільки деякі важливі вузлові теми вказаних чотирьох дисциплін.

Для наочності матеріал згрупований в таблицях.



Електротехніка	
Учбова тема	Математична база
Розрахунки електричних ланцюгів.	Матриці та визначники. Розв'язування систем лінійних рівнянь матричним способом.
Обчислення синусоїдальних величин.	Визначений інтеграл
Різні способи зображення синусоїдальних величин.	Комплексні числа. Геометричне зображення комплексних чисел. Форми запису комплексних чисел.
Ланцюги з індуктивно-зв'язаними елементами.	Диференціювання та інтегрування функцій однієї змінної.
Періодичні несинусоїдальні струми в лінійних електричних ланцюгах.	Ряди Фур'є.
Перехідні процеси.	Лінійні диференціальні рівняння першого та другого порядку зі сталими коефіцієнтами.
Операторний метод розрахунку перехідних процесів.	Операційне числення. Оригінал та зображення. Перетворення Лапласа. Знаходження зображень та оригіналів. Теорема загалювання.
Магнітні ланцюги.	Криволінійні інтеграли першого роду. Циркуляція.
Імпульсні та цифрові пристрої.	Елементи математичної логіки.

Опір матеріалів	
Учбова тема	Математична база
Визначення напружень, деформацій та переміщень.	Визначений інтеграл.
Дослідне вивчення властивостей матеріалів.	Функції та їх графіки.
Узагальнений закон Гука.	Розв'язування систем лінійних рівнянь.
Робота зовнішніх і внутрішніх сил при розтягуванні (стисканні).	Визначений інтеграл.
Закон мінімуму потенціальної енергії деформації	Диференціювання функцій кількох змінних. Дослідження функцій на екстремум.
Статичний момент перерізу.	Інтегрування функцій однієї та кількох змінних.
Момент інерції перерізу.	Кратні інтеграли.
Кручення тонкостінних стрижнів замкнутого профілю.	Криволінійні інтеграли вздовж замкнутого контуру.
Залежність між згинальним моментом, поперечною силою та інтенсивністю розподіленого навантаження.	Диференціювання функцій однієї змінної.
Диференціальне рівняння вигнутої осі балки.	Диференціальні рівняння другого порядку, які допускають зниження порядку.
Визначення переміщень методом Мора.	Визначений інтеграл.
Позацентричний стиск (розтяг). Побудова епюри напруг.	Рівняння прямої у відрізках.
Формула Ейлера для критичної сили.	Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами.
Вплив способу закріплення кінців стрижня на критичну силу.	Визначники. Системи лінійних однорідних рівнянь.
Поздовжньо-поперечний згин.	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами.
Енергетичний метод визначення критичних навантажень.	Визначений інтеграл.
Вільні та вимушені коливання системи з одним ступенем свободи.	Лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами.



Теоретична механіка

Учбова тема	Математична база
Основи статистики.	Вектор. Лінійні операції над векторами. Розкладання векторів. Напрямні косинуси.
Момент сили. Пара сил.	Лінійні операції над векторами. Векторний добуток.
Центр тяжіння.	Інтегрування функцій однієї та кількох змінних.
Способи задання руху точки.	Функція. Векторний та параметричний способи задання функції. Годограф вектор-функції.
Обертальний рух. Лінійні та кутові швидкості та прискорення.	Диференціювання функцій однієї змінної. Векторний добуток.
Динаміка матеріальної точки.	Звичайні диференціальні рівняння першого та другого порядків. Диференціальні рівняння у частинних похідних.
Моменти інерції твердого тіла.	Кратні інтеграли.
Робота сили, прикладеної до точки.	Скалярний добуток векторів. Криволінійні інтеграли.
Потенціальне силове поле.	Скалярні та векторні поля. Градієнт скалярної функції. Ротор та циркуляція векторного поля.
Власні, згасаючі, вимушені коливання.	Лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами.

Фізика

Учбова тема	Математична база
Елементи кінематики.	Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної.
Робота і енергія.	Визначений інтеграл. Диференціальні рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними.
Момент інерції твердого тіла.	Визначений інтеграл.
Момент сили.	Лінійні операції над векторами. Векторний добуток.
Закон Максвелла про розподіл молекул ідеального газу за швидкостями та енергія теплового руху.	Невласні інтеграли.
Електричні та магнітні поля.	Елементи теорії поля. Поверхневі та криволінійні інтеграли.
Коливання та хвилі.	Комплексні числа. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами.
Квантова природа випромінювання.	Невласні інтеграли.
Елементи квантової механіки.	Лінійні однорідні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами.
Закон радіоактивного розпаду.	Диференціальні рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними.

Таким чином, проаналізувавши курси електротехніки, опору матеріалів, теоретичної механіки, фізики та їх математичного змісту, можна виявити ті вузлові теми, де міжпредметні зв'язки необхідно встановити в першу чергу.

Реалізація міжпредметних зв'язків буде здійснюватися через вирішення прикладних завдань з урахуванням особливостей різних інженерних спеціальностей, а також шляхом розробки тестових завдань з математики. Це дозволить студентам зробити висновки про загальність математичних методів при розрахунках різних за своєю природою величин.

Висновки. Посилення міждисциплінарних зв'язків при вивченні вищої математики та загальнотехнічних і спеціальних фахових дисциплін в технічному університеті є однією з важливих та необхідних умов формування професійних компетентностей майбутніх інженерів. Систематичне та узгоджене опрацювання задач фізики, механіки, електротехніки та інших загальнотехнічних дисциплін в курсі вищої математики, і навпаки, опрацювання математичних методів при вивченні загальнотехнічних дисциплін, – все це формує компетенції для розв'язання у подальшому професійно орієнтованих задач, і таким чином готує майбутнього фахівця-інженера до викликів сучасного виробництва.

Література:

1. Richard Van Noorden. Interdisciplinary research by the numbers. *Nature*, 2015. Vol. 525. P. 306-307. DOI: 10.1038/525306a
2. Кислова М.А. Міжпредметні зв'язки курсів вищої математики та загальної фізики у навчанні інженерів-електромеханіків. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2012. Вип. 18. С. 200-203.
3. Іщенко Р.М., Горбунович І.В. Міжпредметні зв'язки фізики і математики під час викладання фізичних основ механіки студентам технічного університету. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 1(23). Частина 2. С. 39-44. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-023-1-2-006
4. Худа Ж.В., Тонконог Є.А. Методологічні проблеми навчання вищої та прикладної математики студентів електромеханічного напрямку. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2021. Том 1 (38). С. 172–180. DOI: 10.31319/2519-2884.38.2021.21
5. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. Київ : Вища школа, 1992. 440 с.
6. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів. / За ред. Г.С. Писаренка. 2-ге вид., допов. і переробл. Київ : Вища школа, 2004. 655с.
7. Павловський М.А. Теоретична механіка. Київ : Техніка, 2002. 512 с.
8. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики : у 3 т. / За ред. І.М. Кучерука. 2-ге вид., випр. Київ : Техніка, 2006.

References:

1. Richard Van Noorden (2015) Interdisciplinary research by the numbers. *Nature*, 525, 306-307. DOI: 10.1038/525306a
2. Kyslova, M.A. (2012). Mizhpredmetni zviazky kursiv vyshchoi matematyky ta zahalnoi fizyky u navchanni inzheneriv-elektromekhanikiv [Intersubject connections of higher mathematics and general physics in electromechanical engineers]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohiiienka. Serii: Pedagogichna* [Collection of Scientific papers Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiiienko University. Pedagogical series], 18, 200-203 [in Ukrainian].

3. Ishchenko, R.M., & Horbunovych, I.V. (2020) Mizhpredmetni zviazky fizyky i matematyky pid chas vykladannia fizychnykh osnov mekhaniky studentam tekhnichnoho universytetu [Intersubject connections of physics and mathematics at teaching the physical fundamentals of mechanics to students of technical university]. *Fizyko-matematychna osvita [Physical & Mathematical Education]*, 1(23), Part 2, 39-44. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-023-1-2-006 [in Ukrainian].

4. Khuda, Zh.V., & Tonkonoh, E.A. (2021) Metodolohichni problemy navchannia vyshchoi ta prykladnoi matematyky studentiv elektromekhanichnoho napriamu [Methodological problems of teaching higher and applied mathematics of students of electromechanical direction]. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu (tekhnichni nauky) [Collection of scholarly papers of Dniprovsky State Technical University (Technical Sciences)]*, 1 (38), 172-180. DOI: 10.31319/2519-2884.38.2021.21 [in Ukrainian].

5. Perkhach, V.S. (1992) Teoretychna elektrotekhnika [Theoretical electrical engineering]. Kyiv : Vyshcha shkola [in Ukrainian].

6. Pysarenko, H.S., Kvitka O.L., & Umanskyi, E.S. (2004) Opir materialiv [Strength of Materials]. Ed. by G.S. Pysarenko, 2nd ed. Kyiv : Vyshcha shkola [in Ukrainian].

7. Pavlovskiy, M.A. (2002) Teoretychna mekhanika [Theoretical mechanics]. Kyiv : Tekhnika [in Ukrainian].

8. Kucheruk, I.M., & Horbachuk, I.T. (2006) Zahalnyi kurs fizyky : u 3 t. [General course of Physics : in 3 volumes]. Ed. by I.M. Kucheruk. 2nd ed. Kyiv : Tekhnika [in Ukrainian].