

ФІЗИКА. МАТЕМАТИКА

УДК 372.851: 378. 147

Тетяна ГРИЦИК,

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри гуманітарних та загальнотехнічних
дисциплін Надслучанського інституту
Національного університету
водного господарства та природокористування,
м. Березне Рівненської області

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВЕКТОРІВ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ ЗАКЛАДІ ОСВІТИ

Статтю присвячено проблемі практичної реалізації міжпредметних зв'язків векторів у курсі вищої математики. У змісті векторного матеріалу виокремлено описову та прикладну складові як передумови міжпредметної інтеграції. Запропоновано підхід щодо реалізації міжпредметних зв'язків векторів на всіх етапах засвоєння знань, починаючи з первинного сприймання та розуміння і закінчуючи етапом систематизації та узагальнення. Використання міжпредметних зв'язків векторів сприятиме підвищенню якості знань та розвитку системного мислення студентів.

Ключові слова: вища математика, професійна технічна підготовка, векторна алгебра, міжпредметні зв'язки, вектор, застосування векторів, складові змісту, міжпредметна інтеграція.

Статью посвящено проблеме практической реализации межпредметных связей векторов в курсе высшей математики. В содержании векторного материала выделены описательная и прикладная составляющие как предпосылка межпредметной интеграции. Предложен подход реализации межпредметных связей на всех этапах усвоения знаний, начиная с первичного восприятия и понимания и заканчивая этапом систематизации и обобщения. Использование межпредметных связей векторов будет способствовать повышению качества знаний и развитию системного мышления студентов.

Ключевые слова: высшая математика, профессиональная техническая подготовка, векторная алгебра, межпредметные связи, вектор, применение векторов, составляющие содержания, межпредметная интеграция.

The article is devoted to the problem of practical realization of intersubject communications of vectors in the course of higher mathematics. In the content of the vector material, descriptive and applied components are highlighted as a precondition for intersubject integration.

An approach is proposed for the implementation of intersubject relationships at all stages of assimilation, from the initial perception and understanding to the stage of systematization and generalization. The use of intersubject vectors will help improve the quality of knowledge and develop students' system thinking.

Key words: higher mathematics, professional technical training, vector algebra, interpersonal relations, vector, application of vectors, content components, interdisciplinary integration.

Постановка проблеми. Курс вищої математики в сучасному технічному закладі вищої освіти становить собою основу вивчення циклу спеціальних дисциплін. Вища математика забезпечує формування відповідних умінь для математичного опису фізичних та механічних процесів, створення та дослідження математичних моделей цих процесів, розв'язування професійно-орієнтованих задач.

Як засвідчує практика, прикладні задачі, які потребують застосування математичних знань, викликають труднощі в значній кількості студентів. Зазвичай це пов'язано з тим, що вони не вміють застосувати набуті знання з математики в конкретній практичній ситуації, сформульованій нематематичною мовою. Проблема формування вмінь математичного моделювання потребує подальших ґрунтовних досліджень. Особливо це стосується векторного матеріалу, без якого неможливим є ефективне вивчення таких фундаментальних дисциплін, як фізика, теоретична механіка, електродинаміка. У зв'язку з цим постає необхідність у більш широкій реалізації міжпредметних зв'язків векторів у процесі вивчення відповідних тем курсу вищої математики.

У своєму дослідженні будемо дотримуватися трактування міжпредметних зв'язків як «... конструкції змісту навчального матеріалу, що належить двом або більше навчальним предметам і відображає взаємозв'язки, які об'єктивно діють у природі і вивчаються сучасними науками» [1, с. 6].

Актуальність порушеної проблематики засвідчує Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, в якій передбачено «розвантаження навчальних планів і програм за рахунок диференціації та інтеграції їх змісту, розширення міжпредметних зв'язків» [9].

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Проблемі реалізації міжпредметних зв'язків у процесі навчання присвячені дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців: Б. Г. Ананьєва, П. Р. Атутова, І. Д. Зверева, Л. Я. Зоріної, А. І. Єрьомкіна, П. Г. Кулагіна, В. М. Максимової, Ю. А. Самаріна, А. В. Усової, В. М. Федорової та інших, а також сучасних учених – В. Г. Бевза, Г. В. Бібік, М. І. Бурди, О. І. Глобіна, Г. Я. Дутки, Т. В. Крилова, В. Г. Моторіна, Л. І. Нічуговської, Л. О. Соколенко.

Проаналізуємо деякі доробки щодо означеної проблеми. Г. В. Бібік досліджує міжпредметні зв'язки математики й фізики в основній школі [3]. Шляхи та засоби ефективної реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики у профільній школі розглядає у своїй праці О. І. Глобін [5]. Проблема використання міжпредметних зв'язків у вищій школі розроблена значно менше. Міжпредметну інтеграцію у професійній підготовці досліджують у своїх роботах Г. В. Бібік та Н. М. Самарук [2; 10]. М. П. Пихгар у власній статті обґрунтовує змістову та діяльну інтеграцію вищої математики і теорії ймовірності [8].

Проблема реалізації міжпредметних зв'язків тісно пов'язана з більш загальною проблемою інтеграції знань та фундаменталізації освіти. У дослідженні розроблено концепцію фундаменталізації професійної технічної підготовки майбутніх фахівців, що передбачає принцип генералізації знань [11]. Г. Я. Дутка пропонує узагальнену концептуальну модель фундаменталізації математичної освіти майбутніх економістів [6].

Мета статті – розглянути шляхи ефективної реалізації міжпредметних зв'язків векторної алгебри в процесі навчання вищої математики студентів технічних спеціальностей.

У процесі дослідження нами було використано такі **методи дослідження**, як теоретичний аналіз наукової та науково-методичної літератури, вивчення й узагальнення педагогічного досвіду, моделювання навчальних ситуацій, спостереження, опитування, тестування та анкетування.

Виклад основного матеріалу. Векторна алгебра – важливий розділ вищої математики, що вивчається в технічному закладі вищої освіти. Поняття вектора необхідне для розуміння значної кількості загально-технічних процесів. Чимало фізичних величин мають векторну природу. Важливість векторної алгебри для технічних спеціальностей беззаперечна, адже вектори «проникли» в інші навчальні дисципліни, які є фундаментальними для технічної підготовки. Без них студенти не зможуть засвоїти відповідні знання та досвід на належному рівні (*див. рис.*).

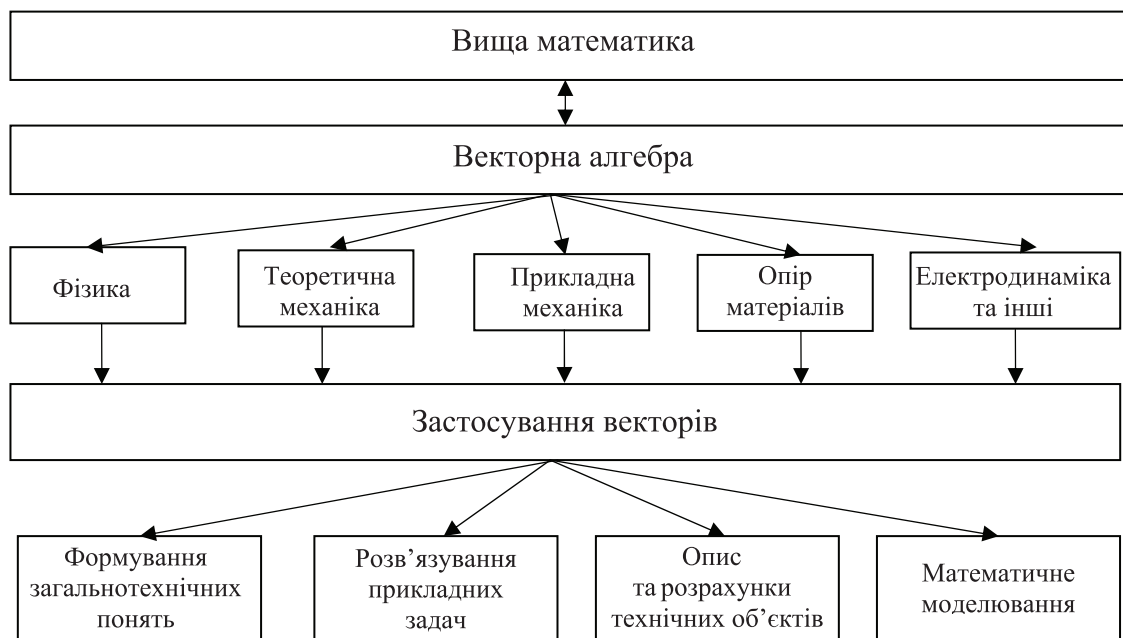


Рис. Міжпредметні зв'язки векторів

У змісті векторного матеріалу, що вивчається студентами технічного закладу вищої освіти, можна виокремити описову та прикладну складові як передумови міжпредметної інтеграції. Перша складова включає такі змістові елементи, як означення вектора, типи векторів, лінійні дії над векторами, проекція вектора на вісь, добутки векторів, векторне поле, дивергенція, ротор вектора та інші (*див. табл.*).

Прикладна складова демонструє практичне застосування векторів у механіці, статистиці, електродинаміці, оптиці. Для технічних спеціальностей означена складова набуває більшого значення та обсягу

порівняно з іншими спеціальностями, зростає кількість завдань щодо застосування векторів для розв'язування задач фізичного та технічного змісту.

Як відомо із дидактики, процес засвоєння нового матеріалу складається з трьох взаємопов'язаних етапів [4, с. 290], на першому з яких відбувається сприймання, осмислення та розуміння нового, його запам'ятовування (етап вивчення теоретичного матеріалу). На другому формуються навички та вміння застосовувати набуті знання у процесі розв'язування практичних задач. На третьому – поглиблення та закріплення знань, їх узагальнення та систематизація.

Векторна алгебра: складові змісту

Вектори	
Описова складова: елементи змісту	Прикладна складова: елементи змісту
Означення вектора. Приклади векторів. Вектор як напрямлений відрізок. Вектор як упорядкований набір чисел. Типи векторів. Координати вектора. Вектор в одновимірному, двовимірному та тривимірному просторі	Теоретична механіка: прикладені, ковзні, вільні вектори. Кінематика: вектори лінійної та кутової швидкостей, миттєвої швидкості, переміщення, прискорення, радіус-вектор точки та інші. Динаміка: вектори сили, імпульсу, моменту сили та моменту імпульсу. Статика: аксіоми статички, система збіжних сил, плоска система сил, довільна система сил. Електродинаміка: вектори напруженості електричного поля, електричної індукції, електромагнітної індукції, густини електричного струму
Лінійні дії над векторами. Векторний простір, його базис та розмірність. Проекція вектора на вісь	Рівнодійна системи сил. Геометричний спосіб додавання сил. Задачі на рівновагу системи сил. Проекція сили на вісь та на площину. Зосереджені сили та розподілені навантаження. Центр паралельних сил. Закон Ома в диференціальній формі. Векторний метод розв'язування задач. Фізичні задачі на правила векторного додавання
Скалярний добуток векторів	Механічна робота, миттєва потужність
Векторний добуток векторів	Момент сили відносно точки та осі, момент пари сил, момент імпульсу, формула Ейлера. Правило правої руки. Площа паралелограма та трикутника
Мішаний добуток векторів	Об'єми многогранників. Об'єм паралелепіпеда та піраміди
Векторне поле. Потік векторного поля. Дивергенція, ротор вектора	Потік вектора напруженості, теорема Остроградського-Гаусса. Система рівнянь Максвелла для світлової хвилі

Пропонуємо підхід «наскрізної» реалізації міжпредметних зв'язків на всіх етапах засвоєння, що дасть можливість підвищити системність знань учнів. На різних етапах вивчення векторів (етапі первинного ознайомлення, засвоєння теоретичного матеріалу, формування навичок та вмінь, повторення) важливо демонструвати відповідні приклади та задачі міжпредметного змісту. Розглянемо деякі з них.

Етап вивчення нового матеріалу. Поняття вектора. У курсі фізики наскрізним поняттям є вектор сили F . Сила, що діє на тіло, – це вектор, що характеризується точкою прикладання, величиною і напрямом. На етапі введення поняття вектора доречно сформулювати теорему про силу як ковзний вектор, що обґрунтовується в курсі теоретичної механіки: дія сили на тверде тіло не зміниться, якщо перенести силу вздовж лінії її дії в будь-яку точку [7]. Акцентуємо увагу на типології: прикладені, ковзні та вільні вектори. Прикладені вектори фізично закріплені за певною точкою простору, ковзні – вільно переміщуються вздовж однієї прямої або паралельних прямих. Вільні вектори не закріплені за жодною точкою та вільно переміщуються в просторі.

На етапі вивчення додавання векторів, правил трикутника та паралелограма доречно навести приклади з теоретичної механіки. В основу статички покладено аксіоми, що відображають властивості сил, наприклад, аксіома до паралелограм сил: рівнодійна двох сил, прикладених до твердого тіла в одній точці, дорівнює векторній сумі цих сил і прикладена в тій самій точці [7]. Аксіома про дві сили: дві сили, прикладені до абсолютно твердого тіла, взаємно зрівноважуються тільки тоді, коли вони однакові за величиною і діють уздовж однієї прямої в протилежних напрямках [7].

Етап систематизації та узагальнення. Розглянемо приклад векторного поля. Нехай тверде тіло обертається навколо нерухомої осі. Швидкість довільної точки M цього тіла – це вектор v , що є функцією положення цієї точки $v(M)$. При цьому, кожній точці тіла співставлений певний вектор $v(M)$. Таким чином, маємо векторне поле швидкостей тіла, що обертається.

Векторні поля характеризуються двома математичними властивостями – дивергенцією (поток) та ротором (циркуляцією). Як приклад, розглянемо рівняння Максвелла, в яких відображені закони електромагнітного векторного поля:

$$1) \operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}; \quad 2) \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t};$$

$$3) \operatorname{div} \vec{B} = 0; \quad 4) \operatorname{div} \vec{D} = \rho.$$

Перше рівняння відображає експериментальний факт, що джерелами вихрового магнітного поля можуть бути струми провідності і струми зміщення. Друге рівняння є математичним записом закону електромагнітної індукції Фарадея. Його узагальнений фізичний зміст полягає в тому, що всяка зміна в часі магнітного поля спричиняє збудження вихрового електричного поля. Третє рівняння Максвелла: потік вектора магнітної індукції B дорівнює нулю. Тобто у природі відсутні магнітні заряди, подібні до електричних зарядів, що є джерелами електричного поля. Четверте рівняння вказує на існування в природі джерел електричного поля у вигляді електричних зарядів, розподілених у просторі з об'ємною густиною ρ . Потік електричної індукції крізь довільну замкнену поверхню дорівнює сумарному заряду, що обмежений цією поверхнею.

Система рівнянь Максвелла описує значну кількість фізичних явищ. Ці рівняння лежать в основі розрахунків задач електро- та радіотехніки, теорії і практики магнітної гідродинаміки, нелінійної оптики, фізики плазми тощо.

До шляхів ефективної реалізації міжпредметних зв'язків векторної алгебри віднесемо такі: мотивацію вивчення векторів (векторна алгебра як передумова опанування професійно-орієнтовними дисциплінами); застосування проблемних та евристичних методів у процесі вивчення векторів; включення в систему контролю задач та вправ міжпредметного змісту.

Висновки. Векторна алгебра сприяє забезпеченню професійної орієнтації курсу вищої математики для технічних спеціальностей. Вектор розглядається як математичне поняття, що слугує для опису та дослідження різноманітних фізичних процесів. Саме такий акцент має домінувати на різних етапах вивчення векторів: етапі первинного ознайомлення, осмислення, формування вмінь та навичок, закріплення, а також застосування. Пропонуємо підхід, згідно з яким міжпредметні зв'язки включаються в усі етапи засвоєння, що дає можливість інтегрувати знання та вміння студентів, розвивати цілісне бачення навколишнього світу.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в розгляді наукового та навчально-методичного супроводу міжпредметних зв'язків вищої математики, відбору та розробці завдань міжпредметного змісту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бевз В. Г. Міжпредметні зв'язки як необхідний елемент предметної системи навчання / В. Г. Бевз // Математика в школі. – 2003. – № 6. – С. 6.
2. Бібік Г. В. Міждисциплінарна інтеграція як основа якісної математичної освіти майбутніх учителів фізики / Г. В. Бібік // Педагогічні науки. – 2014. – Вип. 66. – С. 247–253.
3. Бібік Г. В. Міжпредметні зв'язки математики і фізики як засіб формування ключових компетентностей учнів основної школи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання» / Г. В. Бібік. – Херсон, 2010. – 20 с.
4. Волкова Н. П. Педагогіка : навч. посіб. / Н. П. Волкова. – К. : Академвидав, 2012. – 615 с.
5. Глобін О. І. Міжпредметні зв'язки в умовах профільного навчання математики : метод. посіб. для вчителів / О. І. Глобін. – К. : Педагогічна думка, 2012. – 88 с.
6. Дутка Г. Я. Комплексний підхід до моделювання змісту фундаментальної математичної освіти у професійній підготовці економістів / Г. Я. Дутка // Педагогічний дискурс. – 2009. – Вип. 5. – С. 73–78.
7. Павловський М. А. Теоретична механіка : підруч. / М. А. Павловський. – К. : Техніка, 2004. – 512 с.
8. Пихтар М. П. Міжпредметні зв'язки як чинник удосконалення процесу навчання стохастичної / М. П. Пихтар, О. В. Трунова // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. – 2013. – Вип. 12. – С. 117–125. – (Серія 3 «Фізика і математика у вищій і середній школі»).
9. Про національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : zakon5.rada.gov.ua/laws/show/344/2013.
10. Самарук Н. М. Професійна спрямованість навчання математичних дисциплін майбутніх економістів на основі міжпредметних зв'язків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / Н. М. Самарук. – Тернопіль, 2008. – 21 с.
11. Ярхо Т. О. Фундаменталізація професійної підготовки в технічному ВНЗ як основа методології компетентнісного підходу в сучасній інженерній освіті / Т. О. Ярхо // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2013. – Вип. 36. – С. 496–500.

Дата надходження до редакції: 25.09.2018 р.