

ДИДАКТИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТІВ ВНЗ

Пропонується система дидактичних принципів організації навчання дисциплін "Фізика" і "Вища математика" у вищих технічних навчальних закладах, що забезпечує інтеграцію фізико-математичних і технічних знань і формує фізико-технічну компетентність майбутніх інженерів.

Ключові слова: навчання фізико-математичних дисциплін, дидактичні принципи, інтеграція знань, компетентність.

Постановка проблеми і мета дослідження. У нашій роботі [1] зазначалося, що провідним методологічним принципом навчання фізико-математичних дисципліни (далі – ФМД) у технічних ВНЗ є принцип профілювання, що передбачає інтеграцію фізико-математичних технічних знань. Навколо цього принципу слід групувати і систематизувати інші дидактичні принципи.

Сказане не означає, що фундаментальність відступає на задній план і фізико-математична підготовка стає додатком до інженерної підготовки. Це зовсім не так. Якісна профільна фізико-математична підготовка повинна стати основою професійної компетентності майбутніх інженерів, сформувані здатності до інженерних досліджень, самовдосконалення, орієнтації в світі нової техніки і технологій, бути запорукою професійної мобільності.

Проблеми єдності фундаментального і прикладного знання у вищій освіті присвячено багато досліджень. Так, Л.В. Масленніковою було встановлено ефективність застосування окремих технічних знань у професійно орієнтованих задачах у курсі фізики [2], Г.Я. Дуткою досліджено проблеми математичної підготовки майбутніх економістів [3]. Проте у цих та інших роботах принципи і методи навчання не досліджувалися цілісно й системно. Вперше, наскільки нам відомо, обґрунтовану систему принципів навчання вищої математики у ВНЗ запропоновано Є.Г. Плотніковою [4]. Однак ці дослідження стосувалися лише однієї фундаментальної навчальної дисципліни – вищої математики, причому профільність математичної підготовки розглядалася переважно у проєкції на навчання майбутніх економістів. Тому для технічних ВНЗ *актуальним* є розроблення єдиної дидактичної системи навчання фізики і вищої математичних як провідних і найбільш щільно пов'язаних між собою дисциплін фундаментальної підготовки. При цьому *невирішеними* залишаються питання пошуку єдності принципів і методів навчання фізики і вищої математики, виявлення спільних рис і відмінностей між ними.

Метою даної роботи є розроблення системи дидактичних принципів фізико-математичної освіти студентів технічних ВНЗ в умовах компетентнісного та інтегративного підходів до навчання; дана система повинна забезпечувати інтеграцію фізико-математичних і технічних знань при навчанні дисциплін "Фізика" і "Вища математика".

Результати дослідження. Ми розглядаємо профілювання фізико-математичної освіти в технічному університеті з двох боків. По-перше, навчання повинно бути орієнтоване на напрям підготовки студентів. По-друге, навчання повинно формувати здатності студента до соціальної мобільності і зміни виду діяльності, до самоосвіти, фахового самовдосконалення тощо. Отже, принцип профілювання фізико-математичної освіти виступає як її системотвірний дидактичний принцип. Інші принципи, що входять до складу дидактичної системи, ми пропонуємо розділити на три групи за їх значенням в організації навчально-виховного процесу. Перша група – це принципи, що дозволяють відбирати зміст навчання ФМД, а саме – зміст навчальних програм. Другу групу складають принципи, що дозволяють визначити методи і засоби навчання ФМД. Принципи третьої групи визначають організаційні форми навчального процесу.

Розглянемо дидактичні принципи першої групи, до яких відносимо такі принципи: науковості; системності; узгодження змісту і цілей фізико-математичної освіти; єдності фундаментальної і прикладної підготовки; інтеграції міждисциплінарних знань; історизму.

Принцип науковості ми розуміємо як дотримання науковості змісту і методів навчання; він вимагає, щоб студентам на кожному етапі навчання пропонувалися для засвоєння істинні, встановлені наукою знання і при цьому використовувалися методи навчання, які за своїм характером наближаються до методів фізичної і математичної наук. У більшості педагогічних праць це твердження сприймається односторонньо: зміст навчання повинен достатньо адекватно відбивати сучасний стан відповідної науки, а викладання проводиться в дидактичній системі, що відбиває цю науку. Так, В.В. Ягупов стверджує, що реалізація принципу науковості вимагає "викладання навчального матеріалу з позицій останніх досягнень науки і техніки" [5, с. 296]. Із цим твердженням не можна повністю погодитися. На нашу думку, курси фізики і вищої математики в технічному університеті не можуть спиратися на сучасний рівень фізичної і математичної наук, оскільки ці курси в основному описують фундаментальне ядро науки, яке вже давно склалося. Разом з цим треба забезпечувати зв'язок між змістами навчання і відповідної науки, що вимагає однакової уваги як до теорії, так і методу сучасної науки. З позицій орієнтації на профільне навчання принцип науковості вимагає виділення в курсах ФМД професійно важливих тем і розділів, раціонального розподілу часу на вивчення теоретичних і прикладних тем.

Принцип узгодження змісту і цілей фізико-математичної освіти вимагає узгодження змісту навчання із загальними цілями інженерної підготовки, що визначені освітньо-кваліфікаційними характеристиками. Як зазначає Є.Г. Плотнікова, "випускнику вишу необхідна міцна фундаментальна

математична підготовка, яка сама по собі, як правило, не є цілком навчання" [4, с. 36]. Іншими словами, у курсах фізики і математики повинна формуватися разом із знаннями, вміннями і навичками дослідницька компетентність як когнітивна складова професійної компетентності.

Принцип єдності фундаментальної і прикладної фізико-математичної підготовки ми розуміємо як єдність двох вимог: фундаментальна підготовка з фізики й математики повинна сприяти оволодінню загальнонауковими *методами*, формувати здатності до продовження самоосвіти, а прикладна підготовка – формувати здатності до застосування отриманих знань в інженерній діяльності. Важливо при цьому розвивати у студентів технічних університетів переконання у пріоритетності фундаментальної фізико-математичної підготовки порівняно над її фаховою спрямованістю.

Принцип інтеграції міждисциплінарних знань вимагає дидактичної інтеграції фізико-математичних і технічних знань на рівні редукції, тобто на рівні вертикальних міждисциплінарних зв'язків. Це перший (нижчий) рівень інтеграційних процесів в освіті (Д.І. Коломієць, М.Н. Бєрулава, М.К. Чапаєв). У контексті нашого дослідження йдеться про дидактичну взаємодію змістової частини курсів фізики, вищої математики і загальнотехнічних дисциплін, тобто насамперед про взаємодію навчальних програм. За Д.І. Коломіємцем [6] ми виділяємо у даному рівні інтеграції свою логічну структуру, яка складається з *базису* (фізика як базова кооперуюча дисципліна, що є центром об'єднання), *завдання* (професійно орієнтована фізична задача), *знаряддя* (теоретичний та технічний інструментарій базової і суміжних дисциплін, що передбачає запозичення з наступних дисциплін спрощених технічних знань).

Принцип історизму вимагає вносити в навчальні програми питання, пов'язані із історією розвитку фізики й математики, що підвищує мотивації до їх навчання, а також створює умови для формування наукового світогляду. Разом з цим треба наголошувати, що в усі часи теоретичні і прикладні фізико-математичні знання розвивалися, виходячи з потреб практики, насамперед, потреб суспільства в новій техніці.

Принципи другої групи дозволяють визначити методи і засоби навчання ФМД. До цієї групи Є.Г. Плотнікова відносить такі принципи: вторинності методів навчання перед методами пізнання даної науки, забезпечення мотиваційного характеру навчальної діяльності, доступності, наочності; активності і самостійності [4, с. 37]. Поділяючи ці ідеї, ми поширюємо їх на процес навчання фізики в технічному університеті, а також доповнюємо систему принципів новими, які: забезпечують єдність теоретичних і прикладних методів навчання, розглядають міжпредметні зв'язки та навчальні задачі як провідний засіб навчання ФМД, спрямовують на використання методів організації творчої діяльності студентів.

У *принципі вторинності методів навчання* йдеться про адекватне відображення методу пізнання конкретної науки (фізики, вищої математики, теоретичної механіки тощо) в методи її викладання. Відразу з'ясуємо, що термін "адекватне відображення" зовсім не означає копіювання і пряме перенесення положень одних наук (фізики, математики) в інші (дидактику фізики, дидактику математики). Перші побудовані на формально-логічному апараті і є точними науками, що вивчають природу і природні закономірності, другі – гуманітарними, предметом вивчення яких є людина. Разом з цим треба прагнути, щоб у кожному дидактичному методі були неявно і непрямим чином присутні методи наукового пізнання відповідної науки. Іншими словами, у ВНЗ викладати треба *спрощені* наукові фізико-математичні знання, *адаптовані* до рівня знань першокурсників.

Принцип єдності теоретичних і прикладних методів ґрунтується на філософських і педагогічних засадах, як то: ефективність і якість навчання перевіряється, підтверджується і спрямовується практикою, практика – критерій істини, джерело пізнавальної діяльності і область прикладання результатів навчання; поділ знання на теоретичне ("чисте") і практичне (прикладне) носить умовний характер (у чому, на жаль, щодня доводиться переконувати студентів-першокурсників ВНЗ). Так, під час розв'язання навчальних завдань треба демонструвати послідовні трансформації фізико-математичних знань: на початковому етапі застосовують практичні знання як сукупність певних прийомів і алгоритмів, на завершальному етапі різні факти систематизують, виявляють певні зв'язки, об'єднують факти за допомогою узагальнюючих концепцій у теорію. Наш досвід свідчить, що цей принцип забезпечує безпосередню інтеграцію теоретичних і прикладних ФМТ знань.

Як зазначає Є.Г. Плотнікова, "у викладанні математики абсолютизація теорії веде до схоластики, абстрактного засвоєння математичних істин ... і невмінню застосовувати знання на практиці. Це саме відноситься і до методу дедуктивного виведення: перебільшення його ролі призводить до перекосу, зводячи викладання лише до "чистої" математики" [4, с.38]. Для дидактики фізики це твердження не менш актуальне. Разом з цим переоцінювання практичної спрямованості фізики призводить до грубої емпірики. Адже інтеграція ФМТ знань неможлива без застосування наукових теорій та абстрагування. Кожна теорія характеризує рух від конкретного до абстрактного, а це абстрактне надає фізичній теорії рис міждисциплінарності, залучає до розробки теорії знання різних дисциплін.

Принцип мотивації навчально-пізнавальної діяльності вимагає від викладача застосувати такі методи навчання, які б створювали умови для мотивації навчальної діяльності. Мотивація навчальної діяльності складається із сукупності певних мотивів. А мотив – це предмет діяльності, за яким завжди стоїть певна потреба (О.М. Леонтьєв). Ця потреба й спонукає людину до навчально-пізнавальної діяльності, надає їй особистісного смислу, викликає позитивні рефлексії і створює прагнення до визначеної цілі. Ми пропонуємо такі *правила* реалізації цього принципу при навчанні ФМД:

- зацікавлювати студентів у результатах їх праці і демонстрації власних успіхів перед товаришами;
- визначати конкретні цілі і завдання на кожному етапі навчання;
- надавати навчальній діяльності особистісного смислу;
- широко застосовувати активні методи навчання;
- формувати пізнавальні мотиви і на їх основі мотиви до професійних досягнень тощо.

Принцип активності і самостійності ми вважаємо похідним від принципу мотивації. За цим принципом однією з умов досягнення успіху в навчальній діяльності є *активність* студентів, в основі якої лежить змістовна мотивація, спрямована на вивчення навчального матеріалу, планування і організації своєї діяльності та вміння самостійно її контролювати.

Принцип доступності навчання вимагає нібито врівноважувати терези принципів між складністю навчального матеріалу і майстерним викладанням педагога. Цей принцип практично збігається із вимогами герменевтичного підходу до навчання, за яким навчальний процес треба спрямовувати так, щоб ті, хто навчається, правильно розуміли зміст матеріалу, який вивчають. Основна вимога принципу доступності до педагогів – створювати такі методи навчання ФМД, за якими кожна категорія студентів зможе посилено засвоювати знання, повністю використовуючи свої інтелектуальні можливості. У курсах фізики і вищої математики це вимагає *вхідного контролю* знань на першому курсі для визначення середнього рівня шкільних знань і корегування подальшої навчальної роботи як з групою в цілому, так і з окремими сильними і/або слабкими студентами. Найважливішим правилом застосування цього принципу ми вважаємо дотримання послідовності навчання: від відомого до невідомого, від простого до складного, від нижчого до вищого.

Принцип наочності вважається похідним від принципу доступності: для того, щоб навчання фізико-математичних дисциплін було доступним для різних категорій студентів, потрібно починати з наочного розгляду кількісних і якісних властивостей речей, предметів, процесів і відношень між ними.

Сутність *принципу організації творчої діяльності* студентів впливає з його назви – він вимагає застосування проблемного та інших активних методів навчання для заохочення студентів до роботи дослідницького характеру, в якій вони могли б досягти найвищого ступеня розкриття власних здібностей. Цей принцип дуже близький до принципу індивідуалізації та диференціації навчання, про який йтиметься далі.

Принцип міжпредметності навчання вимагає застосування методів реалізації міжпредметних зв'язків при навчанні окремих фізико-математичних дисциплін. Проблему міжпредметних зв'язків ми вважаємо дуже глибокою і розглядаємо її з різних боків – як філософську, методологічну, психологічну, діяльнісну тощо. У даному випадку МЗ розглядаються як "дидактична умова і засіб вдосконалення методики навчання" [7].

Принцип навчання через розв'язання задач розглядає задачу як пріоритетний *засіб* навчання в курсах фізики і вищої математики. Цей принцип вимагає використовувати різні методи і розробляти авторські методики розв'язання задач. Ми пропонуємо у дидактиці фізики використовувати загальні логічні методи: аналітичний, синтетичний і аналітико-синтетичний. Ці методи розрізняють за логікою судження у процесі розв'язання задач. С.Г. Плотнікова пропонує розділяти всі задачі в курсі вищої математики на дві групи: стандартні і нестандартні [4, с. 37]. Ми так само розділяємо задачі з фізики на стандартні і нестандартні, причому до стандартних задач відносимо ті, що розв'язуються за відомим алгоритмом. Це можуть бути тренувальні задачі (вправи), задачі із складними викладками, що вимагають знань із різних розділів фізики. До нестандартних задач в математиці відносять задачі з нестачею або надлишком даних, деякі задачі на доведення, олімпіадні задачі (С.Г. Плотнікова). Фізика порівняно з математикою надає більші можливості розробляти нестандартні задачі (якісні, графічні, експериментальні, задачі в рисунках, задачі-парадокси, задачі на мисленевий експеримент, задачі-кросворди, задачі на "чорні ящики", тестові завдання різних типів тощо). Використання усіх цих типів задач повинно стати ефективним засобом фахово спрямованого навчання ФМД.

Принципи третьої групи дозволяють визначити організаційні форми навчального процесу. До цієї групи принципів ми відносимо: індивідуалізацію та диференціацію навчання; раціональне поєднання колективних та індивідуальних форм навчання; модульності; міцності засвоєваних знань.

Принцип індивідуалізації та диференціації вимагає використання сукупності методів, що дають змогу студентам проявити індивідуальність, реалізувати власні здібності. Індивідуальний підхід у навчанні вимагає урахування індивідуальних особливостей студентів за типами вищої нервової діяльності, здатності до засвоєння знань. Це дає можливість успішно вибирати найбільш ефективні форми інтеграції ФМТ знань для кожного студента.

Принцип раціонального поєднання колективних та індивідуальних форм і методів навчальної роботи встановлює баланс між груповими та індивідуальними інтересами і мотиваціями студентів, що виникають у процесі навчання. Інтереси, зацікавленості і прагнення до навчання, на наш погляд, породжуються як близькими (сьогоденними), так і далекими (давно сформованими) мотивами. Близькі мотиви виникають у психічній системі студента через його щоденне оточення (колектив навчальної групи, сусіди-колеги з гуртожитку, група із розробки спільного курсового проекту тощо). Студент прагне позитивно виділитися, дістати схвалення й повагу друзів. У такого роду колективах студенти взаємно активізують один одного, порівнюють результатами своїх досягнень із успіхами товаришів, а отже, стимулюють один одного до самовдосконалення. Психологи формують цей феномен як тезу про те, що *індивідуальні особистісні якості найбільш плідно розвиваються і формуються в колективі і для колективу*. Далекі мотиви ми трактуємо як давно сформовані мотиви до навчання, що стали внутрішніми глибоко осмисленими, а отже, *індивідуальними особистісними* якостями.

Принцип модульності навчання виступає як засіб розділення процесу навчання на відносно самостійні фрагменти, які перебудовують за цільовою ознакою, зумовленою метою вивчення даного змістового модуля. У навчанні ФМД можливості модульного підходу обмежені тим, що студенти не можуть на власний розсуд вибирати кількість модулів та їхню послідовність, що зумовлено цілісністю і системністю ФМД і обмежено кількістю навчальних годин за навчальним планом. Разом з цим, позитивною рисою модульного підходу може бути підвищення якості навчання за рахунок локального покорокового характеру його побудови на основі точно заданих на кожному кроці навчальних цілей. Ці фактори оптимізують процес

навчання за певним набором показників, несуть ідею раціонального. Слід зазначити, що за модульного структурування фундаментальні дисципліни повинні зберігати внутрішню єдність і цілісність, оскільки вони формують цілісний світогляд. Таку цілісність повинне забезпечувати теоретичне ядро, яке утримує і зв'язує між собою інтегровані ФМТ знання із різних модулів.

Принцип міцності засвоєваних знань В. Оконь визначає як принцип ефективності або принцип зв'язку між цілями і результатами навчання [8, с. 193]. Цей принцип вимагає організації контрольних оцінювальних заходів, що логічно завершують дидактичний процес. Правила цього принципу впливають з усіх попередніх принципів і об'єднують їх:

- постійна систематизація і поточний контроль змістових фрагментів навчального матеріалу на всіх стадіях навчального процесу;
- постійне поповнення знань, удосконалення практичних вмінь, вдосконалення вже набутих здатностей (компетентностей);
- повторення і контроль навчального матеріалу за структурними змістовими частинами, що становлять стрижень (фундаментальне ядро) ФМД;
- прояв компетентності самостійності і самоосвіти для поглиблення і повторення матеріалу, що вивчають;
- використання вивченого матеріалу у практичній діяльності, у тому числі при навчанні паралельних і наступних дисциплін.

Висновки. На основі проведеного аналітичного дослідження цілей навчання і особливостей процесу навчання дисциплін "Фізика" ("Загальна фізика") і "Вища математика" в технічному університеті встановлено необхідність поширювати принцип профілювання на усі дисципліни природничо-математичного циклу. У зв'язку із цим розроблено систему дидактичних принципів навчання фізико-математичних дисциплін в технічному університеті, підпорядкованих принципам профілювання.

Перспективи подальших досліджень полягають у деталізації окремих дидактичних принципів навчання ФМД, поповненні дидактичної системи новими принципами, що враховують специфіку навчання студентів ВТНЗ (заочне навчання, навчання ФМД англійською мовою, навчання ФМД при отриманні другої вищої освіти тощо).

Використані джерела

1. Пастушенко С.М. Методологічні питання інтеграції фізико-математичних і технічних знань у процесі підготовки майбутніх інженерів / С. М. Пастушенко, В. М. Кулішенко, Т. С. Лень // У кн.: Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць. Вип. VII. – Кривий Ріг: Видав. від. НМетАУ, 2012. – 250 с. – С. 136–141.
2. Масленникова Л. В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике инженерных кадров : [монографія] / Л. В. Масленникова. – М.: МПГУ, 1999. – 148 с.
3. Дутка Г. Я. Принцип фундаменталізації та його реалізація у математичній підготовці майбутніх економістів : дис. д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 / Дутка Ганна Яківна. – К., 2009. – 464 с.
4. Плотникова Е. Г. Система принципів дидактики в концепції профільного підходу к обучению математики в вузе / Е. Г. Плотникова. // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 6. – С. 35–38.
5. Ягунов В.В. Педагогіка: навч. посіб. / В.В. Ягунов. – К.: Либідь, 2003. – 500 с.
6. Коломієць Д. І. Інтеграції знань з природничо-математичних і спеціальних дисциплін у професійній підготовці учителя трудового навчання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної освіти" / Коломієць Дмитро Іванович. – К., 2001. – 20 с.
7. Федорова В. Н. Междисциплинарные связи / В. Н. Федорова, Д. М. Киришкин. – М.: Педагогика, 1972. – 152 с.
8. Оконь В. Введение в общую дидактику : [пер. с польск.] / В. Оконь. – М.: Высш. школа, 1990. – 382 с.
9. Sergey Pastushenko A system of didactical principles of teaching physics and higher mathematics at higher technical educational establishments.

Pastushenko S.M.

DIDACTIC SYSTEM OF TEACHING PHYSICS AND MATHEMATICS STUDENTS VTNZ

The system of didactic principles organization of teaching courses "Physics" and "Higher Mathematics" is proposed in Higher technical schools that provides integration physical and mathematical and technical knowledge and creates of physical and technical competence of future engineers.

Key words: *Independent work of students, Professional orientation of educating, Homeworks on physics.*

Стаття рекомендована кафедрою теоретичної та прикладної фізики АКІ НАУ.

Стаття надійшла до редакції 03.04.2013