

*Пастушенко С.М.
Київський міжнародний університет цивільної авіації*

ДО МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ МЕХАНІКИ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ ВУЗІ

Як відомо, пріоритетом в інженерній освіті сьогодні є підготовка спеціалістів високого класу для інженерно-іноваційної діяльності, і науково-дослідницької, яка визначає як технічний, так і технологічний прогрес. Таке завдання може бути розв'язане на основі університетської інженерної освіти в технічних та технологічних університетах, нові навчальні плани яких в певному ступені наближаються з ряду основних дисциплін до планів класичного університету.

Сьогодні підвищується роль гуманізації у навчальному процесі, яка забезпечує високу професійну підготовку, що особливо важливо для інженерів. Відразу висловимо принципове, на наш погляд, зауваження. На превеликий жаль, принцип гуманізації освіти в нашій державі був зрозумілий однобічно: в середній школі, зокрема, було механічно збільшена кількість годин на вивчення предметів гуманітарного циклу, й забуто про те, що фізика разом з іншими предметами природно-математичного циклу несуть величезний гуманітарний заряд. У вищих закладах освіти також мають місце тенденції щодо зменшення кількості годин у навчальних планах з загальної фізики. Найчастіше такий «натиск» відчувається з боку спеціальних кафедр.

Так, в Київському міжнародному університеті цивільної авіації (КМУ-ЦА) представниками спеціальних кафедр висловлювалися пропозиції щодо перерозподілу навчальних годин у курсі фізики для посилення вивчення одних розділів курсу за рахунок зменшення інших. Зокрема, для інженерів-електриків пропонувалося суттєво обмежити кількість годин в навчальних планах, виділених на вивчення оптики, для інженерів-механіків – зменшити обсяг вивчення електродинаміки. Але керівництвом кафедри на засіданнях учених рад факультетів була відстояна позиція про те, що загальний курс фізики (якого завгодно обсягу) повинен охоплювати всі основні розділи цієї

науки, що сприяє формуванню фізичного світогляду, фізичного мислення майбутніх інженерів-авіаторів.

Загальновідомим є те, що в процесі навчання фізики у студентів формується і розвивається не лише теоретичне мислення, а й творче відношення до професійної праці. Нагадаємо, що пріоритетами викладання курсу загальної фізики є: вивчення основних фізичних явищ, оволодіння фундаментальними поняттями, законами й теоріями класичної й сучасної фізики, методами фізичного дослідження; оволодіння прийомами й методами розв'язання конкретних задач з різних областей фізики; вміння виділити конкретний фізичний зміст у прикладних задачах майбутньої діяльності.

Розв'язанню цих завдань служать усі види занять з курсу загальної фізики: лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, семінари й колоквиуми з теоретичного матеріалу. Ми розглянемо можливості інтенсифікації лекційного курсу загальної фізики, зокрема такого її важливого розділу, як механіка. Актуальність удосконалення лекційного курсу, як і інших видів занять, впливає з наступних міркувань.

У теперішній час склалася складна ситуація з викладанням фізики в технічних вузах. Соціально-економічна криза призвела до обмеженого фінансування вузів, внаслідок чого кафедри фізики відчувають хронічну нестачу підручників та навчальних посібників, практично не відбувається поповнення лабораторій і демонстративних кабінетів. Вплив указаних недоліків на навчальний процес у значній мірі можна знизити на основі інтенсифікації лекційного курсу з фізики, введення до розкладу (і поза розкладом) факультативних занять і консультацій, випуску нових підручників, посібників, курсів лекцій, практикумів тощо.

В останні роки на кафедрі фізики КМУЦА успішно розв'язуються два аспекти вдосконалення викладу механіки в курсі загальної фізики. Перший стосується інтенсифікації лекційного курсу, поглибленню вивчення програмного матеріалу, зокрема, за рахунок використання міжпредметних зв'язків. Другий аспект розглядуваної проблеми – втілення авторської методики викладання загальної фізики в навчальному посібнику С. М. Пастушенка «Загальна фізика. Механіка» (запланований до виходу з друку в жовтні 2000 р.

Особлива роль механіки в курсі загальної фізики полягає в тому, що з механіки, власне, починається вивчення курсу загальної фізики. Основне завдання курсу загальної фізики полягає у виробці у студентів ясних уявлень про основні поняття фізики, її закони, в засвоєнні сучасного стилю фізичного мислення. Розв'язування цього складного завдання й починається з вивчення класичної механіки. В ній, як і в інших розділах курсу, ми намагаємося виробити у студентів уявлення про взаємовідношення класичної й релятивістської механіки, встановити логічні зв'язки між різними її розділами, засвоїти й оволодіти методами цієї науки. В подальшому – в курсі теоретичної механіки, опору матеріалів, гідромеханіки, аеродинаміки – поняття загального курсу фізики стануть предметом більш глибокого вивчення або основою різних практичних застосовувань.

Загальновідомо, що фізика як наука про найпростіші і самі загальні властивості і закони природи не ставить і не розв'язує проблем викладання відкритих нею законів. Ці знання надає викладачеві методика фізики, яка створює певну педагогічну “технологію”, що забезпечує здійснення навчального процесу з найбільшою результативністю. Зміст, методи й історія фізики в руках викладача вузу можуть бути потужним засобом розвитку інтелектуальних якостей і внутрішніх сил студентів.

Одне з базових положень методики фізики стверджує, що необхідною (але не достатньою) умовою навчання фізики є глибоке знання вчителем свого предмета. Такою самою необхідною умовою успішного викладання фізики є знання і використання викладачем в повсякденній практиці найбільш ефективних методів і прийомів навчання.

В обмеженому часом вузівському курсі загальної фізики може бути відбита лише невелика частина фізичних знань. При цьому в самій науці немає вказівок на принципи відбору змісту навчання. Такі критерії розробляє методика фізики. Перелічимо їх.

- 1) Зміст навчання повинен складати систему фізичних знань, яка дає уявлення про сучасну фізику як базу ідей і методів розвитку сучасної техніки.
- 2) Зміст навчання повинен бути доступним для студентів з різним рівнем базових знань.

3) Зміст навчання повинен складати основу для розвитку мислення майбутніх інженерів, формування в них наукового світогляду, розвитку їхніх творчих навичок, умінь і здібностей, необхідних для повсякденної практики і подальшого навчання.

Із сказаного зрозуміло, що вибір і систематизація фізичних знань мають бути науково обґрунтованими самою логікою науки (фізики), історії її розвитку. Але слід також враховувати і як принципи дидактики, з одного боку, так і принципи педагогічної психології – особливості сприйняття навчального матеріалу, вміння сконцентрувати увагу на найважливішому, знайти необхідний контакт з аудиторією тощо.

Педагогічні дослідження показали, що ефективність засвоєння знань значним чином залежить від організації пізнавальної діяльності студентів. У правильно організованому навчальному процесі викладання і навчання відбуваються одночасно. В першу чергу, необхідно, щоб студенти активно і емоційно працювали на лекції, оскільки їхнє відношення до навчання проявляється не лише в розумовій діяльності, але й в емоціях. (А.Ейнштейн писав: "Де тільки можливо, навчання повинно стати переживанням, і цей принцип, мабуть, буде втілений у життя майбутньою реформою школи" [1].)

Як показує педагогічний досвід, на початку вивчення курсу загальної фізики лекторові необхідно визначити середній рівень знань студентської аудиторії. Цю задачу на кафедрі фізики КМУЦА ми розв'язуємо за допомогою вхідного тестування, яке визначає здібності студента до подальшої навчальної діяльності. Ці здібності можна розділити на певні рівні, кожен з яких характеризує якість засвоєння навчального матеріалу. Найбільш сприйнятливими є чотири рівня засвоєння: I – пізнання, II – відтворення, III – евристичний, IV – творчий. [2].

Вхідне тестування є однією з форм виконання спадкоємності взаємозв'язку середньої та вищої школи в процесі неперервної освіти, яка дозволяє об'єктивно оцінити рівень залишкових шкільних знань з предмета на момент початку вузівського вивчення фізики та цілеспрямовано корегувати навчальний процес, здійснювати індивідуальний і диференційований підхід до тих, кого навчають. Тестування проходять як студенти, які здавали вступний екзамен з фізики, так і ті, що не склали його. В першій групі задовільними

виявляються результати приблизно в 50-60% студентів, а в другій – лише 10%. Аналіз робіт, оцінених незадовільно, показує, що в другій групі більше 75% студентів не склали фізику на випускних шкільних екзаменах, багато з них в 10-11 класах майже не приділяли уваги вивченню фізики (за висловом таких студентів вони не розуміють теоретичний матеріал і не вміють розв'язувати фізичні задачі). Для таких студентів, на наш погляд, в навчальні плани потрібно ввести додатковий цикл лекцій з шкільної програми для підготовки до оволодіння вузівським курсом. При неможливості включення в навчальні плани циклу лекцій з повторення шкільної програми вищій навчальний заклад на підставі результатів первинних тестів може пропонувати слабо підготовленим студентам додаткові заняття для усунення істотних прогалин шкільної освіти на комерційній основі.

Вхідне тестування і наступне за ним відновлення знань, здобутих в середній школі, дозволяє вже на другому тижні першого семестру (на другій або третій лекції) перейти до вивчення першого розділу загальної фізики – механіки.

Починаючи виклад матеріалу, ми насамперед визначаємо предмет фізики як науки про найпростіші і разом з тим найзагальніші форми руху матерії.

Далі визначаються завдання, які розв'язує фізика:

- 1) дослідження явищ природи і знаходження законів, яким вони підчиняються;
- 2) встановлення причинно-наслідкових зв'язків між новими відкритими наукою явищами і явищами, які вивчені раніше;
- 3) застосування одержаних знань для подальшого активного впливу на природу.

Розповідаючи про встановлення фізичних законів, ми звертаємо увагу, що дія того чи іншого закону тісно пов'язана з умовами, в яких він проявляється. В залежності від ступеня повноти умов дія закону виступає або як можлива тенденція або як організуючий принцип, що перетворює дійсність. Саме у взаємозв'язку умов й закону полягає можливість використання людиною дій об'єктивних законів природи в своїх цілях. Тут доречно навести приклади використання законів динаміки в діяльності людини від найдавні-

ших до теперішніх часів (рух транспортних засобів в умовах Землі, в безповітряному просторі навколо Землі і таке ін).

Методи встановлення фізичних законів, виявлення дій цих законів і меж їхнього застосування в різних умовах повинні, на наш погляд, бути предметом обговорення чи не на кожній лекції. При цьому на кожній лекції потрібно намагатись залучити студентів до творчої співпраці з викладачем, виробити у них відчуття причетності до самостійного встановлення причинно-наслідкових зв'язків між відкритими наукою явищами і явищами повсякденного життя.

За дефіцитом навчальних годин неможливо відбити в лекції і навіть у підручнику складний викручений шлях до істини, яку виявляють фізичні закони. Це має бути предметом історії фізики. Очевидно, сучасному викладачеві вищого навчального закладу слід вміти узагальнити багаточисельні частковості більш універсальними законами. Реалізації цих цілей має сприяти онтодидактичний підхід до вдосконалення змісту навчання фізиці. Як відомо, такий підхід є суттю онтодидактики – нової області педагогіки (від грецького “онто” – суттєвість). Мова йде про те, що ефективною є переробка наукових даних *по суті*, тобто онтодидактична переробка наукового матеріалу в навчальний.

Легше над усе, на наш погляд, це зробити (і це вже зроблено) в механіці, де процес генералізації наукового знання відбувався на протязі трьох останніх століть. Як приклад розглянемо різні підходи щодо викладу трьох законів динаміки Ньютона – Галілея.

Традиційний підхід передбачає послідовне вивчення законів Ньютона. Спочатку вивчають перший закон Ньютона – закон інерції, і вводять поняття інерціальних систем відліку як таких, в яких вільне тіло зберігає стан руху, тобто рухається із незмінною швидкістю. Після цього розглядаються взаємодії тіл, які призводять до зміни стану руху, тобто викликають прискорення (другий закон Ньютона). Розгляд взаємодій між тілами свідчить, що такі взаємодії завжди є парними, що дозволяє перейти до викладу третього закону Ньютона.

При іншому підході (прийнятому, зокрема, на кафедрі фізики КМУЦА), розгляд законів Ньютона починається з введення двох нових фізичних вели-

чин – *кількості руху* як динамічної міри цього руху, і *імпульсу сили* як міри дії сили. Після означення цих величин можна навести приклади в природі та демонстраційні експерименти, які доводять, що під час взаємодії змінюється саме така величина, як кількість руху або імпульс, і ця зміна пов'язана із дією одного тіла на інше, яка вимірюється імпульсом сили:

$$F \Delta t = \Delta(mv).$$

З цього виразу можна записати два інших вирази. По-перше,

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}.$$

або, як граничний перехід цієї формули до похідної, яка виражає миттєву дію сили

$$F = \frac{dP}{dt}. \quad (1)$$

Можна підкреслити тут, що даний вираз залишає свій вигляд і в релятивістській механіці при відповідному означенні поняття релятивістського імпульсу.

Також можна показати, що вираз (1) при певних часткових умовах (русі тіл сталої маси, русі при малих швидкостях набуває відомого із підручника для середньої школи вигляду

$$F = ma.$$

В умовах студентської аудиторії ми маємо можливість і пропонуємо після викладу першого закону Ньютона ввести поняття однорідності і ізотропності простору, оскільки ці поняття є загальними для ньютонівської механіки і спеціальної теорії відносності. Річ у тому, що прийняте формулювання першого закону Ньютона еквівалентне твердженню про однорідність і ізотропність простору відносно інерціальної системи відліку.

Як відомо, однорідність простору означає, що в ньому немає виділених положень, всі точки простору рівноправні. Звідси випливає, що в разі, коли деяке тіло, вільне від зовнішніх впливів, в деякий момент часу в деякій довільній точці знаходиться в спокої відносно інерціальної системи і зберігає такий стан у всі інші моменти, то простір є *однорідним* відносно цієї системи.

Якщо ж вільне тіло зберігає швидкість руху незмінною (за модулем і напрямом) у всі наступні моменти, то простір ізотропний. Самі властивості простору такі, що не викликають зміни модуля або напрямку швидкості. Це й виражено в першому законі Ньютона. Можна стверджувати, що перший закон Ньютона є аксіомою класичної механіки, яка визначає інерціальні системи як такі, відносно яких простір є однорідним і ізотропним.

Під час вивчення курсу механіки в вузі можна також й більш глибоко розкрити зміст третього закону Ньютона, відмічаючи при цьому такі два аспекти. По-перше, слід відразу підкреслити, що дія тіл не може бути односторонньою – вона завжди є парною, тобто взаємною, при цьому сили взаємодії є силами однакової фізичної природи. Тут слід і нагадати студентів про три типи сил, на які умовно прийнято розбивати всі сили в механіці. Зауважимо, що огляд основних властивостей сил пружності, тертя й тяжіння за браком годин у навчальних планах бажано винести на самостійну роботу.

Під час розгляду третього закону Ньютона показують приклади парної взаємодії, притаманні усім трьом типам сил. Це, насамперед, сили пружності, з якими пов'язані поняття “вага” і “реакція опори”. Тут слід зауважити, що в другому семестрі паралельно з механікою, як розділом загальної фізики, викладається теоретична механіка, в якій реакції тіл позначаються літерами R . В курсі фізики їх позначають N або Q , про що слід нагадати студентам.

Другий приклад рівності сил дії й протидії – сили в'язкого тертя у потоці газу або рідини. Ми наводимо приклад випробувань аерокосмічних конструкцій в аеродинамічній трубі, розповідаємо, що спеціально встановленими тензодатчиками можна виміряти сили тертя, які тиснуть на тіло, що обдувають повітрям. З іншого боку, тобто з боку тіла, що обдувається, в'язкого тертя діють на рухомий потік повітря, гальмуючи його рух.

Так, наводячи приклади дії сил тяжіння, ми з'ясовуємо, що вони одночасно діють на обидва взаємодіючі тіла і прикладені до кожного з них (взаємодія Місяця і Землі, Землі і Сонця, штучного супутника із Землею і т. д).

Але головне в третьому законі з точки зору динаміки є те що він дозволяє перейти від розгляду динаміки матеріальної точки до розгляду руху системи взаємодіючих матеріальних точок. Тому поняття центру мас системи

точок, імпульсу системи, головного вектора зовнішніх сил ми вводимо відразу після третього закону Ньютона.

Наприкінці зупинимося ще на одному важливому питанні методики викладу механіки в курсі загальної фізики.

Чи не найголовніша задача методики викладу механіки, на наш погляд, полягає в тому, щоб довести до свідомості студентів послідовність міркувань, які приводять до розв'язання головної задачі механіки. Стисло ця послідовність є такою: запис основного рівняння динаміки на основі даного виразу для сили $F(t, v, r)$, запис одержаного рівняння в канонічній (найпростішій з точки зору математики) формі диференціального рівняння, придатній для інтегрування, і, нарешті, власне, інтегрування з метою встановлення залежності $v(t)$ і потім $r(t)$. Але, на відміну від шкільного курсу, де розглядають найпростіший випадок сталої у просторі й часі сили, в навчальному процесі в університеті ми розглядаємо вказану послідовність дій у загальному випадку, коли сила (отже, й прискорення) змінюються з часом. Один з найпростіших випадків такого типу, який має наочний фізичний зміст – обчислення гальмівного шляху за відомою початковою швидкістю, масою і коефіцієнтом опору.

Ще в середній школі учні знайомляться з тим, що сили опору середовища, як правило, пропорційні модулю швидкості, тому можна обчислити шлях гальмування, зокрема, руху автомобіля за інерцією, в такій послідовності. По-перше, записується вираз для сили опору, яка, як свідчить досвід, в першому наближенні може бути представлена виразом $F = -Rv$, де r – коефіцієнта опору середовища. По друге, записується основні рівняння динаміки у вигляді $-rv = ma$, або $m \frac{dv}{dt} + rv = 0$, звідки двічі інтегруючи одержані рівнян-

ня можна прийти до виразу $s = \frac{v_0 m}{r}$. Остання формула має наочний зміст: шлях гальмування прямо пропорційний початковій швидкості, масі тіла, і обернено пропорційний коефіцієнту опору.

Відмітимо, що інтегрування є достатньо складною математичною операцією для студентів у першому семестрі навчання в вузі. Значно легше, тобто не користуючись інтегруванням, розв'язують обернену задачу механі-

ки – за відомим положенням (координатами) матеріальної точки як функції часу, тобто за законами руху, і масі тіла визначають діючі сили.

Об'єднання всього змісту механіки на основі розв'язку її основної задачі дозволяє реалізувати головну методичну ідею всього курсу фізики – генералізацію навчального матеріалу на основі провідних ідей, теорій, принципів даної науки.

Література

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Учебник для студентов педагогических вузов. – М.: Просвещение, 1985.
2. Батышев С.Я. Профессиональная педагогика. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997.

*Гончаренко С.У.
Институт педагогики та психології
професійної освіти АПН України,
Єгоренков А.І.
Національний медичний університет
імені О.О.Богомольця*

ЗНАЧЕННЯ ГУМАНІТАРИЗАЦІЇ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ КОМПОНЕНТИ У ПІДВИЩЕННІ РІВНЯ ДУХОВНОСТІ ОСВІТИ УЧНІВ СЕРЕДНІХ ШКІЛ

В рамках реформи шкільної освіти в Україні на повен зріст постає проблема відродження духовності освіти. **В сучасних педагогічних колах України впроваджується в практику міф про те, що духовність формується тільки за рахунок морального, естетичного, релігійного пізнання світу, яке ніби не сумісно з науковим, що наука стоїть десь збоку в цій духовності. Науковий аналіз такої тези показує її некоректність.** Наприклад, навіть несумісність релігійного і природничо-наукового підходу в розвитку духовності не співпадає з поглядами передових сучасних богословів. Тим більше професіональним педагогам не варто відмовлятися від моральної і естетичної сутності сучасного природознавства. На фоні характерного для суспільного пізнання цікавості до містичного (псевдорелігійного), на фоні