

УДК 378.147.34

ЕЛЕМЕНТИ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ: ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТУ ДОППЛЕРА В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ І ТЕХНІЦІ

Сліпухіна Ірина Андріївна
Ляхін Борис Федорович
м.Київ

В статті розглянуто способи структурування навчального матеріалу в рамках теми “Ефект Доплера” з метою створення проблемних завдань з курсу загальної фізики. За результатами впроваджених науково-методичних розробок автори констатують підвищення якості самостійної роботи студентів на основі домінування мотиваційного, професійно-значущого і діяльнісного підходів в дидактиці сучасної інженерної освіти.

Ключові слова: проблемно-орієнтоване навчання, проблемні завдання, самостійна робота студента, дидактика інженерної освіти.

Проблемно орієнтоване навчання або Problem-Based Learning (PBL) – це навчання через реальні дослідження. В PBL студенти мають можливість вирішувати проблеми, теоретичні і практичні, які встановлюються в рамках реального світу.

Ці проблеми часто складні і відкриті, що вимагає реального мислення і детального дослідження. Студенти працюють разом в невеликих групах, що дозволяє їм перевірити і розвинути свій рівень розуміння питань, що пропонуються до розгляду, обговорити свої теорії і висновки з колегами і викладачем. Для того, щоб знайти розв'язання завдання на кожному етапі студенти повинні з'ясувати, що вони вже знають і що їм потрібно знати для того, щоб продовжити дослідження. Далі необхідно отримати ці знання і застосувати в процесі роботи над проблемою.

Є багато варіацій PBL, в яких залучаються як практичні, так і теоретичні аспекти курсу. Цей спосіб навчання може дати студентам більш глибоке розуміння теорії та принципів фізики, ніж те, яке вони можуть отримати від звичайного лекційного підходу; досить широко залучаються міждисциплінарні взаємозв'язки; усвідомлюється цінність процесу навчання.

PBL як метод також полегшує перехід до життя за межами академічного ступеня, бо відображає реальний світ. Зустрічаючи складні проблеми, працюючи в групі, розподіляючи завдання, студенти виробляють навички спілкування, відтворюють всі аспекти реальних робочих місць, які актуалізуються в рамках

PBL [1, с.1-5].

Інноваційні методи і системи навчання фізики, до яких належить PBL, активно вивчаються, розробляються і впроваджуються у навчальний процес технічних університетів всього світу, які мають високий рейтинговий показник [1, с.8-10]. Проблемно-орієнтовані системи навчання в технічних вузах є предметом досліджень і тематикою науково-практичних конференцій також і в країнах СНД [2, с.3-7; 3, с.15-21], в яких відповідні наукові пошуки було розпочато відносно недавно, що пов'язано, зокрема, із залученням цього регіону до світових інтеграційних процесів в освіті. Розробка проблемних задач, які складають банк завдань, є ядром організації процесу PBL, навколо якого розвивається педагогічна система і відповідне їй освітнє середовище [4, с.79-80].

Метою статті є демонстрація того, як навчальний матеріал окремо взятої з курсу загальної фізики теми “Ефект Доплера” може стати основою для організації навчання в стилі PBL. Для цього викладач повинен перенести акцент в діяльності студентів (мінігруп) на практичне використання вище вказаного явища [5, с.26-35], технологічне (технічне) використання якого саме й пропонується деталізувати.

Виклад основного матеріалу. Явище зміни частоти сигналу, який реєструється, при відносному русі джерела сигналу і об'єкта лежить в основі дії широкого спектру доплерівських пристроїв – технічних засобів, які вимірюють величину цієї зміни. Різниця частот залежить від співвідношення швидкостей джерела і об'єкта. За зміною частоти обчислюється радіальна складова швидкості (проекція швидкості на напрям, що проходить через об'єкт і джерело випромінювання). Доплерівські пристрої можуть застосовуватися в самих різних галузях і дозволяють вимірювати швидкість не тільки твердих тіл, але й газоподібних, рідких та сипучих середовищ. Деякі види доплерівських вимірювачів визначають довжини рухомих об'єктів або їх переміщення за допомогою вбудованого засобу вимірювання часових інтервалів.

За природою випромінювання (радіохвилі, світло, звук) доплерівські вимірювачі бувають відповідно трьох видів: ра-

діолокаційні, інакше радіохвильові (доплерівські радари¹); лазерні, інакше оптичні (доплерівські лідари²); акустичні (в т. ч. гідроакустичні), інакше звукові, ультразвукові (доплерівські сонари³). За характеристикою сигналу ці пристрої можуть бути імпульсними або з безперервним випромінюванням.

Доплерівські вимірювачі використовуються з різною метою в багатьох галузях виробництва, транспорту, медицини, для наукових і науково-практичних досліджень, а також у військовій справі. За призначенням їх можна поділити на декілька груп.

1. Бортові вимірювачі. Доплерівські вимірювачі швидкості та зносу для визначення вектора шляхової швидкості літака, гелікоптера. В даний час в авіації застосовуються вимірювачі тільки радіолокаційного типу; на судах – радіолокаційні та гідроакустичні, на борту локомотивів і в космонавтиці – радіолокаційні та лазерні.

2. Технологічні вимірювачі. До них відносяться вимірювачі швидкості переміщення твердих тіл (лазерні) та вимірювачі швидкості потоку рідких або сипучих середовищ (ультразвукові та лазерні, в т. ч. ультразвукові витратоміри). До новітніх технологічних рішень слід віднести Pocket Radar, розроблений однойменною компанією, – перший у світі кишеньковий радар, який виготовлено із застосуванням передових технологій, габарити якого не перевищують розмірів долоні (рис.1). Цей гаджет є од-



Рис. 1.

ним з найбільш «топових» серед нових споживчих технологій в 2011 році за даними досліджень Асоціації споживчів електроніки (Consumer Electronics Association) [6]. Швидкість рухомих об'єктів фіксується натисненням однієї кнопки. В приладі використовуються цифрові сигнальні алгоритми та інтелектуальна техніка захоплення цілі. Пристрій можна застосовувати для різноманітних завдань, наприклад, стежити за швидкістю болідів в гонках, швидкістю мяча під час гри. Точність вимірювань складає 1 миля / год (1,6 км / год).

Перевага неінвазивного методу із застосуванням ефекту Доплера полягає в тому, що не потрібно розташовувати датчики безпосередньо в потік, коли необхідно виміряти його швидкість, яка визначається з розсіювання ультразвуку на неоднорідності середовища (частинках суспензії, краплинах рідини, які не змішуються з основним потоком, бульбашках газу).

Той же принцип дозволяє вимірювати витрату води в мережах холодного, гарячого водопостачання та в каналізації за допомогою ультразвукового витратоміра-лічильника типу "Дніпро-7". Накладні ультразвукові перетворювачі, що встановлюються зовні труби, випромінюють високочастотний звуковий сигнал, спрямований через стінку труби в потік рідини. Звукові

¹ Радар – англ. radar – аббревіатура від radio detecting and ranging – радіовизначення та визначення дальності.

² Лідар – англ. lidar, аббревіатура light identification, detection and ranging – технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явище відбиття світла і його розсіювання в прозорих і напівпрозорих середовищах.

³ Сонар – англ. sonar, аббревіатура от sound navigation and ranging – звук, навігація, визначення дальності

імпульси відбиваються від наявних в рідині пухирців газу і твердих мікрочастинок, і так як рідина знаходиться в русі, відбитий сигнал змінюється по частоті. Постійно вимірюючи зсув частоти, витратомір точно визначає величину швидкості потоку, а за відомою площею перетину трубопроводу визначається об'ємна витрата і кількість рідини. Цей витратомір – переносний і може використовуватися на трубопроводах різного діаметру.

3. Метод доплерографії широко використовується в діагностичній медицині, коли важливо дізнатися, з якою швидкістю рухається кров по судинах, наприклад, при варикозному розширенні вен, вегетосудинній дистонії або під час вагітності. Для дослідження судин на глибині від 0,5 до 2,5 см застосовується частота випромінювання 8 МГц. Для дослідження судин на глибині від 1,0 до 4,5 см – частота 4 МГц. Для дослідження внутрішньочерепних судин на глибині від 1,5 до 10 см потрібна частота, яка дорівнює 2 МГц. В цій галузі використовується широкий спектр вимірювачів: вимірювач швидкості кровотоку (ультразвуковий), флуометр (лазерний) – аналізатор для неінвазивної діагностики мікроциркуляційного кровообігу, УЗД-доплер томографи; фетальні доплери.

4. Вимірювачі для контролю транспортних потоків (радіолокаційні та лазерні) відомі як поліцейські радари. Слід зазначити, що водії також користуються доплерівськими приладами – акустичними паркувальними системами (АПС), парктроніками або ультразвуковими датчиками парковки – зокрема, щоб уникнути наїзду на перешкоди при русі заднім ходом, в умовах обмеженої видимості. Така система використовує ультразвукові датчики (сонари), врізані в передньому і задньому бамперах



Рис. 2.

для вимірювання дистанції до найближчих об'єктів (рис.2). Система видає переривчастий попереджувальний звук і, в деяких варіантах виконання, відображає інформацію про дистанцію на дисплеї, вбудованому в приладову панель, в дзеркало заднього виду або встановленому окремо) для індикації того, як далеко знаходиться машина від перешкоди.

5. Лазерні доплерівські вимірювачі використовують в метеорологічних та гідроакустичних доплерівських вимірювачах в гідрології, океанології для вимірювання швидкості течії повітряних і водяних мас.

6. Мікрохвильовий датчик руху є активним елементом охоронної сигналізації; це – найбільш результативний і оптимальний пристрій для виявлення руху всередині приміщення. Сповіщувач призначений для використання в складі систем охоронної сигналізації для виявлення руху порушника в зоні, що охороняється, за відбиванням від нього мікрохвильового випромінювання, формування сповіщення про тривогу і передачі його на контрольний пункт. До цієї категорії належать також радіохвильові й ультразвукові доплерівські оповіщувачі для закритих приміщень, доплерівські системи сигналізації для відкритих просторів, вимірювачі військово-технічного та розвідувального характеру.

7. Визначення координат наземних об'єктів. У супутниковій системі Коспас-Сарсат координати аварійного передавача (радіобуя) на землі визначаються супутником за прийнятому від нього радіосигналом. При цьому координати об'єкта визначають з урахуванням його руху відносно супутника [7].

8. Ефект Допплера лежить в основі революційних відкриттів в астрономії. За зсувом ліній спектру визначають промене-



Рис. 3.

ву швидкість руху зірок, галактик та інших небесних тіл. Зміна довжин хвиль світлових коливань призводить до того, що всі лінії в спектрі джерела зміщуються в бік довгих хвиль, якщо променева швидкість його спрямована від спостерігача (червоний зсув), і в сторону коротких, якщо напрямок променевої швидкості – до спостерігача (фіолетовий зсув). Закон Хаббла (закон загального розбігання галактик) – емпіричний закон, що пов'язує червоне зміщення в спектрах галактик і відстань до них лінійним рівнянням [8, с.134-140]: $cz = H_0 D$, де z – червоне зміщення галактики, D – відстань до неї, H_0 – коефіцієнт пропорційності (стала Хаббла). При малому значенні z виконується наближена рівність $cz = V_r$, де V_r – швидкість галактики вздовж променя зору спостерігача, c – швидкість світла. У цьому випадку закон приймає класичний вид: $D \propto V_r$. За допомогою цього закону можна розрахувати вік Всесвіту (за Хабблом):

$$t_H = \frac{r}{V} = \frac{1}{H_0}$$

Цей вік є характерним часом розширення Всесвіту на даний момент і з точністю до другого множника відповідає віку, що розраховується за стандартною космологічною моделлю Фрідмана [9, с.353-356]. Крім того, за збільшенням ширини ліній спектра (доплерівське розширення) визначають температуру зірок [10, с.260-262].

Слід зазначити, що сучасні лабораторні комплекси (рис.3) устатковані засобами для практичного спостереження і перевірки формул Допплера, як, наприклад, лабораторна робота “Дослідження ефекту Допплера для ультразвукових хвиль”, що виконується на установці фірми PHYWE [11].

Література і джерела

1. Possibilities: a Practice Guide to Problem-based Learning in Physics and Astronomy Editors Derek Raine Sarah [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.physsci.heacademy.ac.uk>> – Загол. з екрану. – Мова англ.
2. Ларионов В.В. Проблемно-ориентированное обучение физике студентов в технических университетах: дисс...доктора пед. наук: спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» /Виталий Васильевич Ларионов. – Томск: Томский политехнический университет, 2008. – 270 с.
3. Толстенева А.А. Методическая система обучения физике студентов вузов на основе учета их когнитивных стилей: дисс...доктора пед. наук: спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» / Александра Александровна Толстенева. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, 2008. – 390 с.
4. Сліпухіна І.А. Використання проблемних задач при вивченні розділу фізики “Механічні коливання. Пружні хвилі. Звук” у вищих технічних навчальних закладах/І.А. Сліпухіна, С.М. Меньялов, С.Л.Максимов // Вісник Черкаського університету (серія Педагогічні науки). – Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького. – 2012. – №12(225). – С. 77-80.
5. Ермаков А. В. Метод многомерного структурирования учебного материала при обучении физике в вузе: дисс...канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» / Андрей Владимирович Ермаков. – Нижний Новгород: Волжский государственный инженерно-педагогический университет, 2008. – 173 с.
6. Rocketradar [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://pocketradar.com/experience.html>> – Загол. з екрану. – Мова англ.
7. Международная спутниковая система поиска и спасания [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.cospas-sarsat.org/>> – Загол. з екрану. – Мова рос.
8. Ефремов Ю. Н. Глубь Вселенной / Юрий Николаевич Ефремов – 4-е изд. – М.: Едиториял УРСС, 2003. – 264 с.
9. Фок В.А. Работы А.А. Фридмана по теории тяготения Эйнштейна /Владимир Александрович Фок// Успехи физических наук. – 1963. – LXXX (3). – С.353–356.
10. Бакулин П.И. Курс общей астрономии / П.И. Бакулин, Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – М.: “Наука”, 1977. – 544 с.
11. Phyuwe excellence in science [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.phyuwe-systeme.com/>> – Загол. з екрану. – Мова нім.
12. Пигалицын Л. В. Компьютерный физический эксперимент [Текст] / Лев Васильевич Пигалицын // Физика. – 2010. – № 1. – С. 33-36.

Віртуальний конструктор “Живая физика” створює можливості для досягнення натуралістичності експерименту із застосуванням звуків, що використано рядом авторів [12, с.3-36], і може бути одним з проблемних завдань на межі двох дисциплін: фізики та програмування (рис.4).

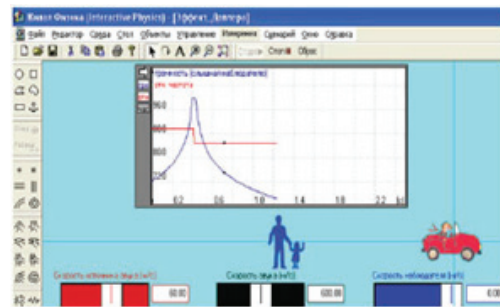


Рис. 4.

Висновки. Як показує практика з освоєння PBL, в створенні банку проблемних завдань з фізики існують наступні пошукові етапи: розгляд того чи іншого явища, закону в його технологічному контексті з подальшою структуризацією інформації; вивчення освітньо-кваліфікаційних характеристик і програм підготовки фахівця відповідного профілю; виокремлення із загальної сукупності тих фахово орієнтованих питань, які враховують міжпредметні зв'язки, наявний рівень знань і умінь студентів; формулювання завдання і програмування ключових етапів його вирішення; оформлення у вигляді опорного конспекту для викладача. Для студентів першого року вивчення фізики в технічному університеті прийнятними є завдання, що поєднують роботу з літературними джерелами з практичними дослідженнями приладів у процесі їх використання (як, наприклад, ознайомлення з приладами доплерографії в медичних установах або з дією різноманітних парктроніків). Робота в групі з періодичними консультаціями викладача завершується невеликою груповою презентацією на аудиторному занятті з питаннями і відповідями з досліджуваної проблеми. Без сумніву, PBL – ефективний методичний засіб вироблення у студентів практики самостійних досліджень, формуванні наукової і технічної картини світу через розв'язання реальної, неідеалізованої проблеми.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні умов ефективності використання PBL для формування навичок проведення самостійних досліджень студентами.

В статье рассмотрены способы структурирования учебного материала в рамках темы “Эффект Доплера” с целью создания проблемных задач по курсу общей физики. По результатам внедренных научно-методических разработок авторы констатируют повышение качества самостоятельной работы студентов на основе доминирования мотивационного, профессионально-значимого и деятельностного подходов в дидактике современного инженерного образования.

Ключевые слова: проблемно-ориентированное обучение, проблемные задания, самостоятельная работа студента, дидактика инженерного образования.

The article addresses the methods of structuring the training-material in the topic of “Effect Doppler” with the aim to create problematic tasks at the rate of total physics. According to the results introduced in scientific and methodical developments, the authors state the raising of quality of individual work of students on the basis of dominance motivation, professional meaningful and active approaches to didactics of modern engineering education.

Key words: problem-based learning, PBL, problem tasks, independent study students, didactics of engineering education.