

Міністерство освіти та науки України
Національна металургійна академія України

Теорія та методика
навчання математики,
фізики, інформатики

Збірник наукових праць
Випуск 4

Том 2

Кривий Ріг
Видавничий відділ НМетАУ
2004

Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 4: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2004. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – 462 с.

Збірник містить статті з різних аспектів дидактики фізики і проблем її викладання в вузі та школі. Значну увагу приділено проблемам розвитку методичних систем навчання фізики та застосування засобів нових інформаційних технологій навчання фізики у шкільній та вузівській практиці.

Для студентів вищих навчальних закладів, аспірантів, наукових та педагогічних працівників.

Редакційна колегія:

В.М. Соловійов, доктор фізико-математичних наук, професор
Є.Я. Глушко, доктор фізико-математичних наук, професор
О.І. Олейніков, доктор фізико-математичних наук, професор
М.І. Жалдак, доктор педагогічних наук, професор
О.В. Сергеев, доктор педагогічних наук, професор
В.І. Клочко, доктор педагогічних наук, професор
Ю.О. Дорошенко, доктор технічних наук, професор
О.Д. Учитель, доктор технічних наук, професор
І.О. Теплицький, відповідальний редактор
С.О. Семеріков, відповідальний секретар

Рецензенти:

- Г.Ю. Маклаков* – д-р техн. наук, професор кафедри кібернетики та обчислювальної техніки Севастопольського національного технічного університету, науковий керівник лабораторії біокібернетики, дійсний член Міжнародної академії біоенерготехнологій
- А.Ю. Ків* – д-р фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри теоретичної фізики Південноукраїнського державного педагогічного університету (м. Одеса)

ISBN 966-8506-094-2

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ, ОРИЕНТИРОВАННОГО НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

В.Д. Александров, И.В. Сельская
г. Макеевка, Донбасская государственная академия
строительства и архитектуры

В настоящее время в нашей академии для всех строительных специальностей, а также для специальностей «Подъемно-транспортные машины», «Автомобили и автомобильное хозяйство» читается курс общей физики, рекомендуемый Министерством образования и науки Украины для инженерных специальностей.

Существующий курс общей физики предназначен для учебных заведений широкого технического профиля. Вместе с тем этот курс не всегда учитывает потребности тех или иных технических специальностей, в частности, строительных. Теоретический материал и задачи по общей физике зачастую затрагивают области науки, далекие от строительного дела, не удовлетворяют потребностям выпускающих кафедр. В этой связи на кафедре физики и физического материаловедения нашей академии разрабатывается курс общей физики, ориентированный на строительные специальности. Данный курс базируется на министерской программе и учитывает особенности строительной физики и строительного материаловедения.

Разработана программа общего курса физики, ориентированного на строительные специальности. Составлены индивидуальные программы курса общей физики для специальностей «Промышленное и гражданское строительство» (ПГС), «Технология строительных конструкций, изделий и материалов» (ТСК), «Автомобильные дороги и аэродромы» (АДА), «Автомобили и автомобильное хозяйство» (ААХ), «Подъемно-транспортные машины» (ПТМ), «Промышленная экология» (ПЭК), «Теплогазоснабжение и вентиляция» (ТГВ), «Водоснабжение и водоотведение» (ВВ), «Городское строительство и хозяйство» (ГСХ), учитывающие их специфику.

В переработанную программу введены новые лекции, адап-

тированные к строительным специальностям, такие как «Механические свойства твердых тел», «Элементы механики жидкостей и газов», «Реальные жидкости», «Акустика», «Взаимодействие света с веществом», «Рентгеновский анализ», «Основные характеристики светотехники». Например, в лекции «Элементы механики жидкостей и газов» рассматриваются такие вопросы, как давление в жидкости и газе, атмосферное давление, барометры, законы Паскаля и Архимеда, уравнение неразрывности струи, уравнение Бернулли, статическое, динамическое и гидродинамическое давления, манометры, водоструйный насос, ламинарный и турбулентный потоки, числа Рейнольдса, уравнение движения тела переменной массы. Лекция «Реальные жидкости» посвящена таким вопросам, как молекулярное строение жидкостей, время оседлой жизни молекул, расплавы, растворы, поверхностная энергия, сила поверхностного натяжения, явления смачиваемости и несмачиваемости и их роль в технологических процессах производства строительных изделий, обогащения руд, металлургического производства, капиллярные явления, вязкость жидкостей, сила внутреннего трения, закон Ньютона, кинематическая и динамическая вязкости, методы определения вязкости жидкости. Этот теоретический материал является фундаментальной основой для таких специальностей как теплогазопроводная вентиляция, водоснабжение и водоотведение.

Лекция об акустике непосредственно связана с такими специальностями, как архитектура, ПГС, ГСХ, ПЭК. В ней освещаются следующие теоретические положения: звуковые колебательные волны, скорости распространения звука в воздухе, скорость распространения звука в упругих средах, интенсивность звука, громкость звука, высота тона, шум, уровень громкости, звуковое давление, плотность звуковой энергии, уровни звукового давления, создаваемые разными источниками шума, эффект Доплера, коэффициент звукопоглощения, звукопоглощающие материалы и конструкции, физиологические характеристики звука, реверберация, архитектурная акустика, инфразвук, ультразвук, использование ультразвука для определения дефектов в строительных материалах. Лекция «Взаимодействие света с веществом» содержит геометрическую и волновую оптику, законы отражения и преломления света, показатель преломления, рас-

сеивание света, закон Рэлея, поглощение света, закон Бугера, коэффициенты отражения и прозрачности, полное внутреннее отражение, волоконная оптика, ход лучей через линзы, формула линзы, оптический микроскоп, металлография, электронная микроскопия, использование оптических и электронных микроскопов для изучения строительных материалов, металлов и сплавов.

В программу курса общей физики введена новая лекция «Основные характеристики светотехники», в которой говорится о лучистой энергии, лучистом потоке (поток излучения), световой энергии, силе света, телесном угле, яркости света, яркости освещенных и светящихся поверхностей, законах освещенности, естественном и искусственном освещении помещений, зданий и городов, цветовом зрении и инсоляции – как совокупности светового ультрафиолетового и теплового действия света. Новой является и лекция, посвященная рентгеновскому анализу, в которую включены вопросы, связанные с основными методами рентгеноструктурного анализа и с использованием рентгеновского анализа для изучения строительных материалов, металлов и сплавов. Излагаются основные теоретические положения о рентгеновских лучах, источниках рентгеновских лучей, интенсивности рентгеновских лучей, видах рентгеновского излучения: белое и характеристическое излучения и дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Перечисленные темы актуальны для студентов, которые будут работать в области технологии строительных материалов, для специалистов ПГС, ПЭК, ГСХ, АДА, ПТМ и др.

Почти во все лекции внесены дополнения о применении тех или иных законов физики в строительном деле. Например, в лекции «Динамика вращательного движения твердого тела» наряду с основным материалом приводятся простые механизмы: рычаг, ворот, клин, подъемный кран и др. А в лекции «Основы термодинамики» обращается внимание студентов на явление конвекции и теплотехнические свойства строительных материалов. В разделе «Электромагнетизм» затрагиваются такие вопросы, как производство, передача, потребление электрического тока, без которого невозможно представить современное строительное дело. Здесь раскрывается сущность трансформаторов, сварочных аппаратов и других электроизмерительных и электроуправляю-

щих приборов, датчиков. В «Затухающих и вынужденных механических колебаниях» подчеркивается вред резонанса и резонансных явлений в конструкционных материалах и при эксплуатации мостов. В лекции «Дифракция света» студентам рассказывается о явлении голографии, как о перспективном направлении объемного изображения строительных объектов. В разделе «Реальные газы» дополнительно изучаются вопросы, связанные с влажностью воздуха, влажностью помещений и приборами для измерения влажности (гигрометры и психрометры), также о воздухопроницаемости и паропроницаемости строительных материалов. В лекции «Основы молекулярной физики» также рассказывается и о способах измерения температуры помещений и различных объектах.

В лекциях даются физические методы исследования (спектральный анализ, металлография, электронная микроскопия, рентгеновский анализ, термический анализ, ультразвук и др.) и физические приборы для измерения физических характеристик материалов, в том числе и строительных.

Вынесены на самостоятельное изучение отдельные темы («Элементы теории относительности Эйнштейна», «Силы инерции, свободные оси, кориолисова сила», «Уравнение Фурье для теплопроводности», «Основы теории Максвелла для электромагнитного поля», «Представление колебательных процессов с помощью комплексных чисел», «Уравнение Лауэ для дифракции рентгеновских лучей», «Туннельный эффект в квантовой механике», «Физика элементарных частиц») для студентов, готовящихся к участию в физических олимпиадах и студентов, желающих познать философские аспекты современной физики.

Перерабатываются методические указания к решению задач, самостоятельной работе студентов и лабораторным работам по курсу физики. Для студентов предлагаются задачи, в которых акцент делается на строительную направленность. Приведем в качестве примеров следующие задачи: «Какой максимальный груз может выдержать бетонная плита, стоящая по краям на двух опорах, если модуль упругости бетона 20 ГПа, а плотность бетона $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Предел прочности бетона равен $5 \cdot 10^7 \text{ Па}$. Размеры плиты: длина 6 м, ширина 1,5 м, толщина 20 см», «Железобетон при одинаковой длине железной арматуры и бетонной

конструкции испытывает перепад температур от -40°C до $+30^{\circ}\text{C}$. Найти разность длин арматуры и бетона, испытывающих такой перепад температур, а также найти величину внутреннего напряжения в железобетоне при нагревании от -40°C до $+30^{\circ}\text{C}$ », «В горизонтальной трубе диаметром 5 см течет вода со скоростью 0,2 м/с при давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. Какое давление в узкой части трубы диаметром 2 см?»

Естественно, что в этом кратком обзоре невозможно привести все нюансы использования тех или иных законов физики в строительном деле. Практика показывает, что изучение курса общей физики, ориентированного на строительные специальности, вызывает большой интерес студентов, способствует более тесной адаптации студентов I и II курса к будущим специальностям.

ЕЛЕМЕНТИ ЦІЛЕОРІЄНТАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ

П.С. Атаманчук¹, В.В. Мендерецький¹, А.М. Кух²

¹ м. Кам'янець-Подільський, Кам'янець-Подільський державний університет

² м. Київ, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
univer@kr.km.ua

Суспільний запит на виховання творчої особистості, здатної самостійно мислити, генерувати оригінальні ідеї і приймати сміливі, нестандартні рішення вимагає внесення суттєвих змін у систему фахової підготовки. Основні напрямки такої модернізації лежать у площині особистісно значущих показників освіти. На думку психологів, фахова підготовка повинна опиратися на компоненти знання, яким в навчальному процесі не приділяється достатньої уваги – це навички і уміння самостійної роботи, розвиток діалектичного мислення, системний підхід до постановки і розв'язання задач фахової діяльності, вибір ведучого виду діяльності, розвиток творчої уяви, виховання ініціативи, уміння приймати рішення тощо. Такі елементи знань повинні більшою мірою базуватися на суб'єкт-об'єктній основі, коли посилена і чітко виділена роль самого студента в навчальному процесі.

Така постановка проблеми вимагає якісно нового підходу щодо формування фахових знань майбутніх учителів фізики. Головний засіб його реалізації – *організація процесу навчання на засадах особистісно-орієнтованого навчання, яке має стати сферою самоствердження особистості за умови актуалізації індивідуальних зусиль студента. Особистісно-орієнтоване навчання ініціює діяльність, яка має не лише зовнішні атрибути, а й своїм внутрішнім змістом передбачає співпрацю, саморозвиток суб'єктів навчального процесу, виявлення їх особистісних якостей.*

На сучасному етапі реформування загальноосвітньої і професійної школи особливої уваги заслуговують здобутки фундаментального характеру провідних методистів щодо прогнозування, об'єктивізації, діагностики та управління фаховою підготов-

кою в галузі фізики. З аналізу розробок [2, 3] стає зрозумілим сутність особистісно-орієнтованого підходу до навчання в системі фундаментальної професійної підготовки майбутнього вчителя фізики не можна звести лише до міжособистісної взаємодії викладача і студента: предметом вивчення стають засоби професійної діяльності майбутнього учителя-предметника, що розгортаються у певному освітньому середовищі. У цьому випадку на передній план виходить не фактичний зміст науки, а опосередкований зміст шкільного предмета, який активізує розвиток професійної індивідуальності майбутнього учителя. Таким чином, розробка особистісно-орієнтованих технологій навчання фізики пов'язується як з *суспільною* значущістю цієї дисципліни (фізика стає основою предметної і професійної діяльності людини), так і з *світоглядною*, що виявляється у формуванні наукової картини світу.

Реалізація особистісно-орієнтованого процесу навчання фізиці сприяє виявленню і формуванню багатомірного комплексу психологічних якостей особистості (воля, умовиводи, переконання, навички, тощо). Оскільки фізика – наука експериментальна, то однозначно можна стверджувати, що якість особистісних набутків і практична підготовка знаходяться в прямій залежності від якості забезпечення однієї із складових фахової підготовки майбутнього учителя – фізичного експерименту. Перед лабораторним експериментом завжди ставиться завдання не лише сприяти поглибленому засвоєнню навчального матеріалу і розвитку здібностей використання вимірювальних приладів, але і формування узагальнених експериментаторських здобутків, компонентами яких є теоретичне обґрунтування методу дослідження і планування експерименту. Кожен фізичний дослід студенти розуміють до кінця лише тоді, коли вони проводять його самостійно, безпосередньо беруть участь в його підготовці і проведенні; не тільки перевіряють відомі фізичні закономірності, але й одержують нові. Кожне поняття, що вводиться в шкільному курсі фізики, одержує конкретний образний зміст лише за умови, якщо з ним будуть пов'язані певні прийоми, способи, методи спостереження, експериментування, виконання практичних дій для одержання якісної оцінки і проведення кількісних вимірювань. Саме експеримент стає основою предметної діяльності

студента, критерієм істинності і міцності його психологічних новоутворень.

Як показує досвід [2, 5], у підготовці майбутніх учителів необхідно забезпечити чітку цілеспрямованість щодо суті, місця і компонентного коментування того чи іншого досліду, спостереження, трактування експериментальної задачі. Окреслення кінцевої мети діяльності студента в процесі експериментальної діяльності з фізики можливе лише за умови комплексного аналізу вимог навчальної програми професійної підготовки та вимог навчальної програми шкільного курсу фізики. Вивчаючи конструкцію, призначення і правила експлуатації приладів, ресурсне оснащення з фізики для середньої школи, студент вчиться користуватися ним і давати оцінку його педагогічним і технічним якимсь, пізнає загалом порядок виконання основних дослідів, складає установки за схемами й описами, які вміщені в методичних посібниках; опановує методику і техніку виконання різних видів шкільного фізичного експерименту з дотриманням основних дидактичних вимог до них; навчається чітко демонструвати і правильно пояснювати передбачені навчальними програмами досліди, супроводжувати досліди чіткими, вичерпними і короткими поясненнями на рівні доступному для учнів відповідного віку, робити записи і замальовки в конспекті; здобуває навички в дотриманні правил безпеки роботи під час проведення усіх видів навчального експерименту. Однак цей не повний перелік педагогічних задач в навчальних програмах не детермінується об'єктивними визначниками, які, на нашу думку, повинні були б дати відповідь на основне запитання навчального процесу: чи в повній мірі сформовані у студента професійно значущі знання?

Для усунення такого протиріччя – змістове наповнення з однієї сторони і відсутність конкретизованої мети діяльності з другої – пропонуємо у якості цілеспрямовуючого компонента експериментальної діяльності використати *цільову програму – організаційний документ, який визначає змістовий компонент навчального матеріалу у вигляді пізнавальної задачі, а діяльнісний – еталоном якості засвоєння її змісту.*

Відомо [2], що засвоєння навчального матеріалу й одержання конкретних здобутків здійснюється за трьома параметрами, що охоплюють весь часовий простір діяльності людини: стерео-

типність, усвідомленість, пристрасність. Для цих параметрів введені основні критерії, що виступають як еталонні показники результативного навчання фізики: заучування (З), наслідування (НС), розуміння головного (РГ), повне володіння знаннями (ПВЗ), уміння застосовувати знання (УЗЗ), навичка (Н), переконання (П). Ціннісно-орієнтована значущість пізнавальної задачі якраз і визначається тим, які переконання, ідеали, інтереси і ціннісні судження, життєво важливі висновки про спрямованість власної діяльності можуть відобразитися в її змісті, тобто можна говорити про світоглядну, пізнавальну чи практичну значущість пізнавальної задачі.

Проілюструємо ці положення на прикладі організації практикуму з шкільного фізичного експерименту. Проведенню лабораторних робіт фізичного практикуму приділяється особливе значення, оскільки їх мета не тільки формування практичних здобутків, установлення зв'язку теорії з практикою, але і виховання в тих, хто навчається, ціннісних особистісних якостей: відповідальності, працьовитості, колективізму й інших. Разом з тим лабораторний практикум сприяє ознайомленню з різними методами в підготовці, виготовленні і монтажі обладнання, розвиває дослідницькі нахили, формує уміння застосовувати здобуті знання для вирішення практичних завдань. Правильно організовані лабораторні роботи активізують думку студентів, привчають їх самостійно шукати відповідь на поставлені запитання експериментальним шляхом.

Оскільки у структурі лабораторного заняття можна виділити етапи, пов'язані із характером діяльності студентів (оволодіння положеннями теорії (допуск), виконання дослідів і експериментів (виконання роботи), узагальнення і систематизація даних експерименту (висновки, захист робіт)), то до кожного з них можна застосувати систему еталонів контролю, які і стануть індикаторами сформованості знань. Так, наприклад, перший етап лабораторної роботи передбачає оволодіння теоретичними положеннями (допуск до виконання лабораторної роботи). Рівень теоретичних знань студентів, розуміння ними ходу виконання роботи, методології експерименту визначає ступінь готовності студента до здійснення виконавських функцій. Така діяльність, як правило, відповідає нижчому рівню навчальних досягнень – на-

слідування (НС), заучування (З), розуміння головного (РГ). Комплекс завдань, які студент обов'язково має виконати (репродуктивний рівень), узгоджується з еталоном контролю повне володіння знаннями (ПВЗ). Пропозиції щодо удосконалення дослідів, включення їх у структуру уроку, визначення мети і ролі експерименту в навчальному процесі з фізики відповідають вищим еталонам уміння застосовувати знання (УЗЗ), переконання (П), навички (Н).

Таким чином, виконання лабораторних робіт практикуму орієнтує студентів на вищі еталони засвоєння знань.

Технологічно це призводить до використання цільових програм, як засобів цілеорієнтації в ході виконання робіт лабораторного практикуму. Проілюструємо такий підхід на прикладі лабораторної роботи «Вивчення механічних коливань». Вона упереджена двома цільовими програмами. Перша цільова програма (А) стосується змісту теми в шкільному курсі фізики. У ній задані орієнтири рівня обізнаності учнів. Така програма орієнтує студента на рівень, який вони мають формувати в учнів з даної теми.

Друга цільова програма (Б) містить вимоги до професійної підготовки майбутнього вчителя. Зауважимо, що використання таких цільових програм створює передумови ефективного управління пізнавальною діяльністю студентів на основі об'єктивного контролю її результатів. На основі цільової програми розробляються завдання для контролю. Тут можуть бути завдання, що стосуються цільової програми (А) і цільової програми (Б). Наприклад,

1 (УЗЗ). Як зміниться хід (період і частота) годинника з маятником на металічному стержні при значному підвищенні температури?

2 (ПВЗ). Який наближено період коливань математичного маятника довжиною 160 м?

3 (ПВЗ). Кулька математичного маятника здійснює коливальний рух. У певний момент часу вона максимально відхилилась від положення рівноваги. Що можна сказати про швидкість кульки?

4 (ПВЗ). Якими будуть коливання, якщо вони відбуваються після надання ідеальній системі певної енергії?

5 (П). Чому при певній швидкості руху автомобіля, віконні стекла будинку починають деренчати?

6 (ПВЗ). Як зміниться період коливань секундного маятника годинника якщо його за допомогою космічного корабля перемістити на Місяць?

7 (УЗЗ). Чому при певній швидкості автобуса скло його вікон починає деренчати?

8 (УЗЗ). У відрі несуть воду. Після того як зроблено кілька десятків кроків, вода починає розхлюпуватись. Чому?

9 (П). Спланувати і відтворити фрагмент уроку, під час якого використовується демонстраційний дослід “Вимушені коливання”.

Цільова програма (А) до змісту теми “Вивчення механічних коливань” (рівень первинної обізнаності)

<i>№ з/п</i>	<i>Перелік пізнавальних задач</i>	<i>Початкові знання</i>	<i>Підсумкові знання</i>
1	Колівальні рухи, приклади.	ПВЗ	УЗЗ
2	Способи запису коливальних рухів, затухаючі коливання.	РГ	УЗЗ
3	Перетворення енергії в процесі вільних коливань.	ПВЗ	ПВЗ
4	Амплітуда вільних коливань.	ПВЗ	УЗЗ
5	Закон коливань математичного маятника.	УЗЗ	Н
6	Залежність частоти коливань від жорсткості пружини.	ПВЗ	ПВЗ
7	Затухання вільних коливань.	ПВЗ	ПВЗ
8	Вимушені коливання.	ПВЗ	УЗЗ
9	Амплітуда і частота вимушених коливань.	ПВЗ	ПВЗ
10	Додавання коливань.	РГ	ПВЗ
11	Явище резонансу.	УЗЗ	П
12	Дія маятника в годиннику	ПВЗ	УЗЗ
13	Автоколівальні системи.	ПВЗ	ПВЗ
14	Гармонічні коливання та їх приклади.	ПВЗ	УЗЗ
15	Зв'язок між зміщенням та силою при гармонічних коливаннях.	ПВЗ	ПВЗ
16	Зсув за фазою.	ПВЗ	УЗЗ

Цільова програма (Б) щодо змісту фахової підготовки майбутнього вчителя.

<i>№ з/п</i>	<i>Перелік пізнавальних задач з курсу МВФ</i>	<i>Знання до лабораторного практикуму</i>	<i>Знання після лабораторного практикуму</i>
1	Фронтальний дослід при введенні поняття колювання.	УЗЗ	П
2	Демонстрація вільних колювань.	УЗЗ	УЗЗ
3	Способи запису колювальних рухів.	УЗЗ	УЗЗ
4	Розв'язування задач на математичний маятник.	УЗЗ	УЗЗ
5	Методика вивчення затухаючих колювань.	УЗЗ	П
6	Демонстраційний експеримент при вивченні вимушених колювань.	УЗЗ	УЗЗ
7	Приклади залежності амплітуди вимушених колювань від частоти.	УЗЗ	П
8	Демонстрація резонансу за допомогою набору маятників від довжини.	УЗЗ	П
9	Моделювання явища додавання колювань.	УЗЗ	П
10	Використання моделей при вивченні автоколювань.	УЗЗ	П

Крім виконання і педагогічного осмислення основних фізичних дослідів, до кожної лабораторної роботи пропонуються додаткові експериментальні завдання. Після виконання основної частини кожної лабораторної роботи здійснюється підсумковий контроль засвоєння навчального матеріалу і сформованості професійних якостей на рівні їхнього узагальнення і систематизації.

Щодо запропонованої технології організації лабораторного практикуму можна зробити такі висновки: розробка і використання цільових програм сприяє істотним якісним привнесенням у професійну підготовку майбутніх учителів; цільова програма забезпечує дієві можливості для цілеспрямованого управління

процесом навчання; орієнтація на проєктовані рівні засвоєння навчального матеріалу створює умови для оптимізації процесу навчання і подолання формалізму в оцінці знань (див. цільові програми). У цілому приходимо до висновку, що підготовка майбутнього вчителя фізики в ході практикумів з методики і техніки шкільного фізичного експерименту, які побудовані на основі використання цільових програм, сприяють професійному саморозвитку, самовизначенню і самореалізації майбутніх учителів фізики.

Література

1. Аллак Ж. Приоритеты в сфере образования // Советская педагогика. – 1991. – № 11. – С. 121-127.
2. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 1999. – 174 с.
3. Гусев С.С., Тульчинский Г.Л. Проблема понимания в философии: Философ.-гносеолог. анализ. – М.: Политиздат, 1985. – 192 с.
4. Чернилевский Д.В., Филатов О.К. Технология обучения в высшей школе: Учебное издание / Под ред. Д.В. Чернилевского. – М.: Экспедитор, 1996. – 228 с.
5. Яркина Т.Ф. Концепция целостной школы в современной немецкой педагогике // Советская педагогика. – 1992. – № 7-8. – С. 110-116.

ПОБУДОВА КУТОВОГО РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОННОЇ ГУСТИНИ В АТОМІ ДЛЯ РІЗНИХ СТАНІВ

Р.М. Балабай, Л.В. Скірко
м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний
університет

В процесі викладання такого розділу фізики, як квантова механіка, вчитель постійно повинен вирішувати задачу формування наукового світогляду учнів. Для цього важливо переконати учнів у реальному існуванні таких об'єктів, як елементарні частинки, показати імовірнісний характер визначення положення електрона в атомі.

Для полегшення засвоєння основних квантової фізики необхідно в учбовому процесі широко застосовувати різні засоби наочності. Оскільки число демонстраційних дослідів, які б можна було показати при вивченні цього розділу, невелике. Тому, крім експерименту, необхідно використовувати рисунки, схеми, графіки, а також демонстрації за допомогою комп'ютера. Всі ці види наочності дають можливість розглянути такі світоглядні питання, як роль ідеальних моделей в процесі пізнання реальної дійсності і межі їх застосування.

Наприклад, модельні уявлення використовуються при розгляді будови атома [4].

В моделі атома Резерфорда електрони рухаються по орбітам навколо ядра подібно до того, як планети рухаються навколо Сонця. Проте електрони – це заряджені частинки, і при їх обертанні обов'язково створюються змінні електричні та магнітні поля – виникає випромінювання, що приводить до втрат енергії. Ось чому в планетарній моделі електрони обов'язково повинні впасти на ядро і атом зруйнується. Але ж стабільність атомів – це встановлений експериментальний факт.

“Підправив” модель Резерфорда Н. Бор в 1913 р. Електронам в моделі Бора дозволялось обертатись тільки по певним орбітам, де вони мали задані енергії. Змінювати цю енергію електрони могли лише стрибком, випромінюючи або поглинаючи кванти енергії при переході з однієї орбіти на іншу. Така “квантова” поведінка електронів в атомі дозволяє пояснити стабільність атома

та атомні спектри. Але все ж таки, використовуючи модель Бора ми дещо спрощуємо пояснення квантових явищ, бо вона не враховує співвідношення невизначеностей Гейзенберга. При русі по квантовій орбіті імпульс і координата можуть бути визначені одночасно, а в мікросвіті такого бути не може.

Отже, необхідно внести ще деякі поправки до моделі атома.

Уявимо собі, що ми змогли визначити положення електрона в атомі у якийсь момент часу. Але знати наперед, де він буде знаходитись в наступний момент ми сказати не можемо. Тому відмітимо в просторі те місце, де ми спостерігали електрон. Результат ще одного вимірювання координат в точно такому атомі знову відмітимо в просторі і т.д. Після нашого експерименту буде видно, що в характері розташування точок в просторі є певна закономірність: в деяких областях точки розташовані густіше, в інших – рідше, що вказує на те, де з більшою, а де з меншою імовірністю може опинитись електрон.

Отже, поведінка електрона в мікросвіті описується імовірносно. В нашій моделі мірою імовірності була густина точок і можна уявити собі, що ці точки створюють деякі “електронні поверхні”.

Як описати “електронні поверхні”? На це питання дає відповідь рівняння Шредінгера [3]:

$$\hat{H} = -\frac{\hbar}{2\mu} \Delta + V(|\vec{r}|) \quad (1)$$

Рух частинки будемо розглядати в сферично-симетричному полі, тому для зручності перейдемо до сферичної системи координат:

$$x = r \cdot \sin \vartheta \cos \varphi$$

$$y = r \cdot \sin \vartheta \sin \varphi$$

$$z = r \cdot \cos \vartheta$$

В сферичній системі координат система (1) матиме вигляд

$$\frac{1}{r^2} \left(\frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) \right) - \frac{\hat{L}^2}{\hbar^2 r^2} \psi + \frac{2\mu}{\hbar^2} (E - V(r)) \psi = 0. \quad (2)$$

Розв’язком рівняння (2) є хвильова функція, що залежить від 3-х квантових чисел

$\psi_{nlm}(\vec{r}) = R_{nl}(\vec{r}) Y_{lm}(\vartheta, \varphi)$, де $Y_{lm}(\vartheta, \varphi)$ – сферичні функції. Вигляд деяких з них наведений нижче [1].

$$Y_{00} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}$$

$$Y_{10} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{4\pi}} \cos \vartheta$$

$$Y_{1\pm 1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{8\pi}} \sin \vartheta$$

Тоді кутовий розподіл густини імовірності $\rho = Y^*(\vartheta, \varphi)Y(\vartheta, \varphi)$ матиме вигляд:

$$\rho_{00} = \frac{1}{4\pi}$$

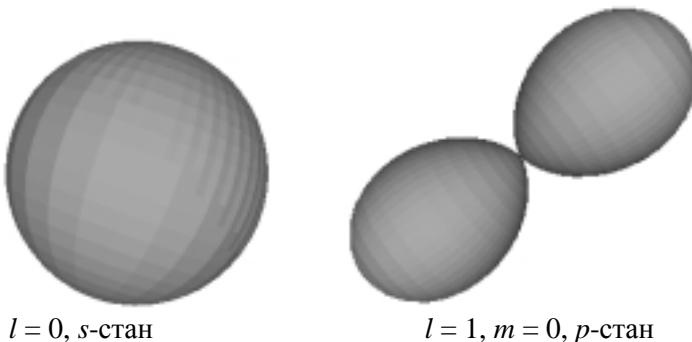
$$\rho_{10} = \frac{3}{4\pi} \cos^2 \vartheta$$

$$\rho_{1\pm 1} = \frac{3}{8\pi} \sin^2 \vartheta$$
(3)

З виразів (3) слідує, що кутовий розподіл густини імовірності не залежить від кута φ , а отже має симетрію тіла обертання навколо тієї осі, на яку фіксована проекція моменту імпульсу.

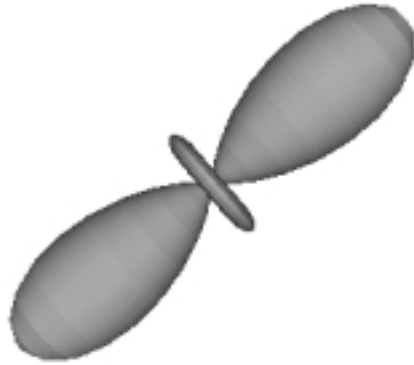
Для посилення ролі наочності в навчальному процесі, а саме використання комп'ютерних демонстрацій на уроках фізики, як в середній, так і в вищій школі нами був розроблений електронно-наочний матеріал до пояснення деяких питань квантової механіки. Тут ми використали форму (3), графічні можливості Delphi та функції бібліотеки OpenGL для просторових побудов [2].

На рис. 1 показані кутові розподіли густини імовірності для електрона в атомі водню в різних станах.

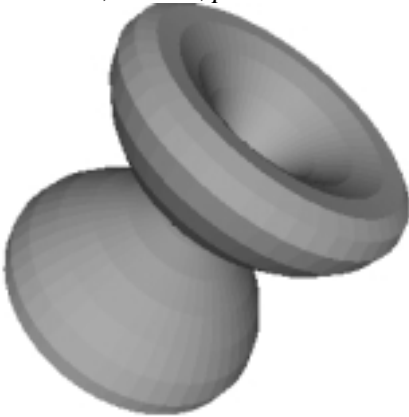




$l = 1, m = \pm 1, p\text{-стан}$



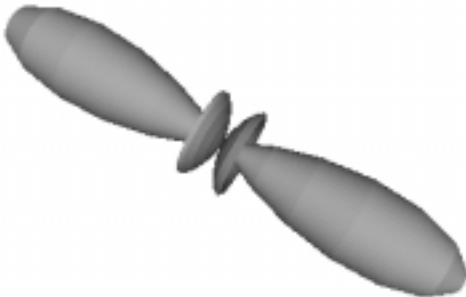
$l = 2, m = 0, d\text{-стан}$



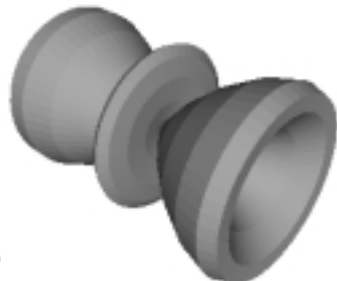
$l = 2, m = \pm 1, d\text{-стан}$



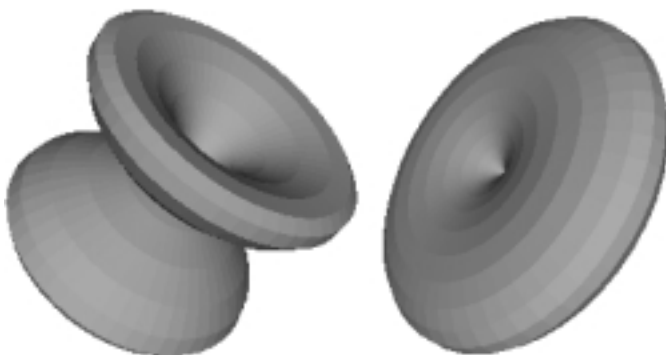
$l = 2, m = \pm 2, d\text{-стан}$



$l = 3, m = 0, f\text{-стан}$



$l = 3, m = \pm 1, f\text{-стан}$



$l = 3, m = \pm 2, f$ -стан

$l = 3, m = \pm 3, f$ -стан

Література

1. Юхновський І.Ф. Основи квантової механіки: Навч. посібник. – К.: Либідь, 1995. – 352 с.
2. Краснов М.В. OpenGL. Графика в проектах Delphi. – СПб.: БХВ–Петербург, 2002. – 352 с.
3. Мелёшина А.М. Квантовая механика для химиков. – М.: Высшая школа, 1980. – 215 с.
4. Методика преподавания физики в средней школе: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. // Под ред. Каменецкого С.Е., Ивановой Л.А. – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.

ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ СТУДЕНТІВ У МЕЖАХ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ

В.В. Беднарський, Н.Л. Дон^α, Г.П. Чуйко^β
м. Херсон, Херсонський державний технічний університет

^α n_don@mail.ru

^β gp47@mail.ru

Останнім часом багато уваги приділяється переходу навчального процесу у вищому навчальному закладі до блочно-модульної системи навчання. Зацікавленість у цій галузі зростає з часом, завдяки участі України у так званому “болонському процесі”, де фактично декларований початок європейської уніфікації вищої освіти учасників процесу.

Про переваги та недоліки зазначеної системи навчання у ВНЗ говорилося чимало. Але з огляду на скорочення аудиторних годин, що відводяться на викладання навчальних дисциплін, постає питання способу проведення підсумкових заліків. Адже за методикою вищої школи заліки можуть ставитися студентам також за результатами їх поточного оцінювання.

Через те на кафедрі загальної та прикладної фізики Херсонського державного технічного університету останнім часом ширше практикується проведення комп'ютерного тестування з фізики та спеціальних розділів фізики для студентів як денної, так і заочної форми навчання, причому не лише основних факультетів базового ВНЗ, а й у науково-консультаційних центрах (філіях ХДТУ). Це тестування можна проводити як блочно-модульний контроль наприкінці семестру (під час залікової сесії) чи наприкінці вивчення певного розділу дисципліни. Так, студенти можуть складати тестування з розділів: “Механіка”, “Статистична фізика”, “Електромагнетизм” тощо.

Ще багато слід зробити для удосконалення навчального процесу з фізики у вузах. До невідкладних задач відносять насамперед укріплення матеріальної бази кафедр фізики, забезпечення їх сучасним обладнанням та приладами, навчальною літературою, програмним забезпеченням і т.д. Втім, зараз кожен викладач має спиратися лише на те, що має кафедра. Виходячи з

подібних міркувань, зусиллями кафедри створено програмний пакет Tahiti 2.2, який є більш удосконаленою версією Tahiti 2.0, котрий був представлений раніше [1]. Програмний пакет працює в операційному середовищі MS DOS і може запускатися навіть на комп'ютерах застарілих марок (починаючи з так званих "трійок"). Варто зауважити, що таке застаріле обладнання є ще дуже поширеним, зокрема в нашому регіоні.

Нова версія Tahiti 2.2 залишила за собою всі особливості та переваги попередніх версій. Наприклад, залишилися незмінними апаратні вимоги до типу комп'ютера:

- ✓ IBM-сумісний комп'ютер від процесора 80286;
- ✓ ОЗУ не менше 640К;
- ✓ накопичувач на гнучких магнітних дисках;
- ✓ монохромний монітор;
- ✓ в локальному комп'ютері достатньо операційної системи, починаючи з MS DOS 5.0;
- ✓ програма працює у локальній мережі, причому не лише під Nowell NetWare, але також і під Windows (починаючи з версії 3.11).

Пакет Tahiti 2.2 порівняно з більш ранньою версією передбачає захист інформації (причому як змісту самих тестових завдань, так і результатів тестування). Параметри тестування (кількість запитань, їх якісну та часову відповідність, диференціацію оцінок) визначає викладач, що проводить тестування. Установка параметрів тесту проводиться за допомогою спеціальної програми make_cfg.exe (рис. 1).

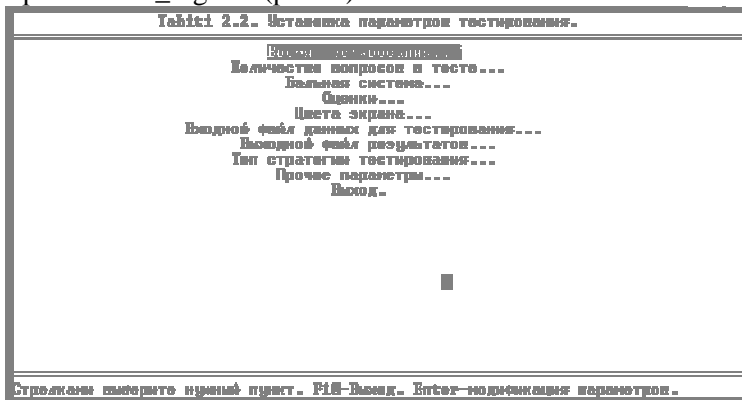


Рис. 1.

Процедура тестування на локальному комп'ютері залишилась незмінною. Істотно змінено лише варіативність кількості відповідей на кожне із запитань тесту. В новій версії програмного пакету їх від двох до п'ятнадцяти варіантів, а порядок їх виведення на екран є випадковим. Випадковим порядком розміщуються на екрані і запитання тесту, кількість яких збільшено до 25000 (за умови розумної кількості відповідей).

Програма передбачає як кодування початкових текстів тесту, так і їх декодування. Це дозволяє створювати базу даних тестів для будь-якої сфери знань, не лише для фізики.

У новій версії програмного пакету розширено шкалу оцінок знань. Тепер це виглядає так (рис. 2):

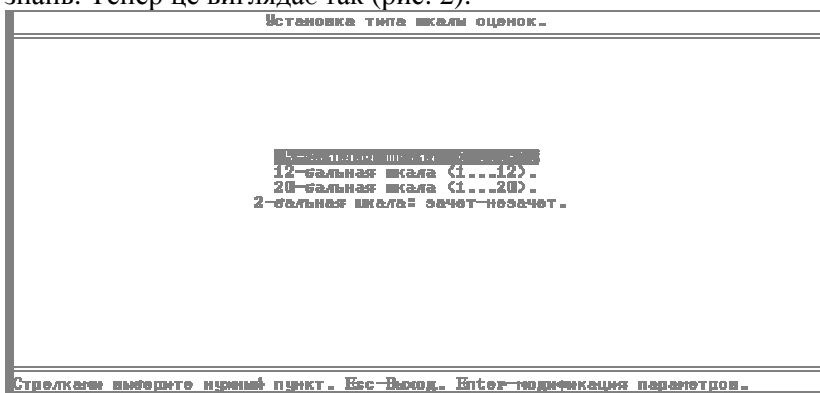


Рис. 2.

Викладач після тестування отримує окремий файл з інформацією про кожного студента, що проходив тестування (кількість вірних та невірних відповідей, на які саме запитання, отримана оцінка тощо). Протокол тестування може бути роздрукований.

Практика застосування програми у локальній мережі показує, що введення пароля на кожному із комп'ютерів займає певний час. У новій версії викладач на своєму комп'ютері може встановити опцію “Установка старта сетевой программы без пароля”. В цей час студенти можуть починати тестування після введення лише свого прізвища. Після цього викладач вводить опцію “Снятие старта сетевой программы без пароля”. Далі вже

жоден студент не зможе увійти в систему без дозволу викладача.

У новій версії передбачено так званий “старт-стоп” режим тестування. Тобто тестування студентів відбувається без обмеження за часом, як у звичайному режимі. Викладач попереджує про термін тестування. Свого часу викладач вводить опцію “Установка завершення сесії”. Програма завершує свою роботу і виводить результати тестування.

В удосконаленій версії програмного пакету враховані всі побажання викладачів, що приймали участь в апробації тесту. Зокрема, нові опції роботи в локальній мережі дозволили більш ефективно проводити тестування студентів.

За два роки використання програмних пакетів Tahiti 2.0-2.2, розроблених на нашій кафедрі, випадків технічних збоїв не спостерігалось. Ставлення студентів до комп’ютерного тестування переважно є позитивним, з огляду на його очевидну об’єктивність та демократичність.

Література

1. Беднарський В.В., Дворник О.В., Дон Н.Л., Чуйко Г.П. До питання комп’ютерного тестування студентів // В зб. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: зб. наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003.– Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – 360 с. – С. 19-21.

2. Новые информационные технологии и реформа образования // Информатика и образование. – 1993. – №3. – С. 25-32.

ЭФФЕКТ КОМПЕНСАЦИИ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ПРОЦЕССАХ НАМАГНИЧИВАНИЯ

А.А. Безлепкин, С.П. Кунцевич

г. Харьков, Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина
bezlepkin@ukr.net

В курсе “Физика магнитных явлений” рассматривается явление уменьшения величины внешнего магнитного поля в магнитоупорядоченном веществе вследствие возникновения размагничивающего поля. Целесообразно теоретическое рассмотрение дополнить экспериментальными исследованиями в рамках лабораторной работы или лекционной демонстрации. Существенный прогресс, достигнутый в создании высококачественных монокристаллов ферро- и ферримагнетиков позволяет методом ЯМР не только фиксировать в образце конечных размеров уменьшение внутреннего магнитного поля, но и наблюдать эффект полной компенсации внешнего поля размагничивающим полем. В данной работе показано, что для магнетиков, имеющих большую магнитную проницаемость, происходит полная компенсация внешнего поля размагничивающим полем. Описан эксперимент, позволяющий изучать рассматриваемое явление в рамках лабораторной работы или лекционной демонстрации.

Отклик магнетика на приложенное внешнее поле определяется величиной магнитной проницаемости материала μ_i . Рассмотрим взаимосвязь между величиной внутреннего магнитного поля H_i и магнитной проницаемостью μ_i для сферического образца. Пусть сфера однородно намагничена магнетиком радиусом R находится во внешнем магнитном поле \vec{H} (рис. 1).

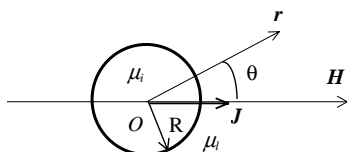


Рис. 1

Начало системы координат совмещено с центром сферы.

Магнитная проницаемость среды, окружающей сферу, μ_i . Угол Θ отсчитывается от направления магнитного поля. Вектор намагниченности \vec{J} ориентирован вдоль направления приложенного внешнего магнитного поля. Исходя из принципа суперпозиции магнитный потенциал вне сферы в точке, задаваемой радиус-вектором \vec{r} запишем в виде [1]:

$$\varphi_i(\vec{r}) = -H\vec{r} + A\vec{H}\vec{r}^{-3}\vec{r}, \quad (1)$$

где первое слагаемое – потенциал, создаваемый приложенным внешним полем; второе – потенциал, создаваемый образцом; A – коэффициент, не зависящий от поля.

Магнитный потенциал внутри сферы представим в виде [1]

$$\varphi_i(\vec{r}) = -D\vec{H}\vec{r}, \quad (2)$$

где D - коэффициент, не зависящий от \vec{H} .

Воспользовавшись граничным условием

$$\varphi_i(\vec{R}) = \varphi_i(\vec{R}), \quad (3)$$

получим

$$\vec{H}_i = (1 - AR^{-3})\vec{H}; \quad D = 1 - AR^{-3}. \quad (4)$$

При $\Theta=0$

$$\varphi_i(r) = -Hr + AHR^{-2}. \quad (5)$$

На границе раздела магнетик – среда нормальная составляющая магнитной индукции непрерывна, поэтому

$$\mu_i H_i(R) = B_i(R) = B_i(R) = \mu_i H_i \quad (6)$$

Из выражения (5) следует

$$H_i(R) = -grad\varphi_i|_{r=R} = H + 2AHR^{-3} \quad (7)$$

Соотношение (6) с учетом (7) принимает вид

$$\mu_i H_i(R) = \mu_i (H + 2AHR^{-3}) \quad (8)$$

В сферическом однородно намагниченном образце размагничивающее поле однородно [1], поэтому $\vec{H}_i \parallel \vec{H}$.

Из соотношений (4) и (8), с учетом того, что $\vec{H}_i \parallel \vec{H}$, получим

$$H_i = 3\mu_i H / (\mu_i + 2\mu_i) \quad (9)$$

Если сфера находится в воздухе, $\mu=1$ и выражение (9) приобретает вид

$$H_i = 3H / (\mu_i + 2) \quad (10)$$

Из выражения (10) следует, что если $\mu_i \rightarrow \infty$, то $H_i \rightarrow 0$.

Состояние, соответствующее большим значениям μ_i , может быть достигнуто в мало дефектном магнитноодноосном кристалле, который намагничивается в направлении легкого намагничивания.

Эффект полной компенсации внешнего магнитного поля размагничивающим полем наблюдался с помощью методики ЯМР на сферическом монокристаллическом образце $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ (SrM), обогащенном изотопом ^{57}Fe на 95%. Экспериментально изучалась зависимость частоты ЯМР ν_k (k – индекс подрешетки) от величины внешнего магнитного поля, приложенного к образцу SrM в направлении легкого намагничивания (гексагональная ось \vec{c}) при комнатной температуре. Для наблюдения ЯМР использовался некогерентный спектрометр спинового эха, позволяющий фиксировать сигналы спинового эха от ядер ^{57}Fe в доменах в интервале магнитных полей $0 \leq H \leq 15$ кЭ. Частота ЯМР ядер ионов Fe^{3+} k -ой подрешетки определяется величиной локального поля H_{lok}^k на ядрах ^{57}Fe [2]

$$\nu_k = H_{lok}^k (2\pi / \gamma), \quad (11)$$

где γ – гиромагнитное отношение для ядер ^{57}Fe .

Внутреннее поле H_i в магнетике является одной из составляющих поля H_{lok}^k и может быть представлено в виде

$$H_i = H - H_p, \quad (12)$$

где H_p – размагничивающее поле.

Из соотношений (10) и (11) следует, что при $\mu_i \rightarrow \infty$ частота ЯМР не должна изменяться при приложении магнитного поля, поскольку $H_i = H - H_p = 0$.

Для иллюстрации рассматриваемого эффекта на рис. 2 приведена зависимость от приложенного внешнего магнитного поля частоты ЯМР для ядер ^{57}Fe ионов Fe^{3+} подрешетки c (позиции $4f_1$) [3] сферического образца SrM. Магнитное поле ориентировано вдоль гексагональной оси \vec{c} . Как видно на рис. 2, в полях $0 < H \leq 1,7$ кЭ частота ЯМР не изменяется. Гексагональная ось \vec{c} является направлением легкого намагничивания и намагничивание происходит путем смещения доменных границ (ДГ). На рис. 3 приведена зависимость намагниченности сферического образца SrM от магнитного поля, приложенного вдоль гексаго-

нальной оси \vec{c} . Как следует из рисунка, техническое насыщение достигается в поле $H_s=1,7$ кЭ. В поле $H>1,7$ кЭ величина $\mu_i \approx 1$ и поэтому наблюдается линейный рост ν_k при увеличении H . В интервале $0 < H < H_s$ магнитная проницаемость материала μ_i велика, $\nu_k = const$, что свидетельствует о полной компенсации внешнего поля размагничивающим полем ($H_i=0$).

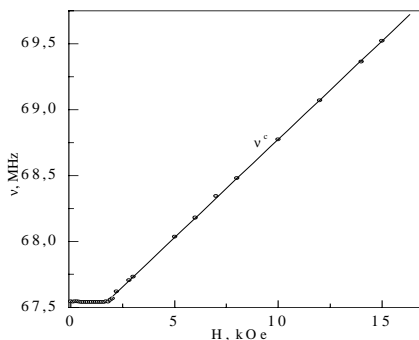


Рис. 2

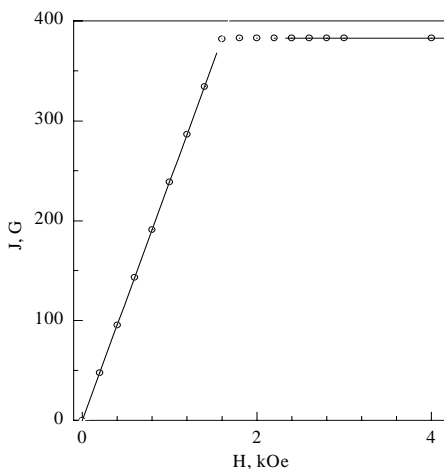


Рис. 3

Эффект компенсации можно экспериментально изучать в рамках лабораторной работы путем исследования зависимостей $J=J(H)$ и $\nu_k=\nu_k(H)$ либо в рамках лекционной демонстрации, наблюдая (на экране электронного осциллографа) независимость

частоты сигналов спинового эха от приложенного внешнего магнитного поля.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. – М.: Физматгиз, 1959.
2. Туров Е.А., Петров М.П. Ядерный магнитный резонанс в ферро- и антиферромагнетиках. – М.: Наука, 1969.
3. Крупичка С. Физика ферритов и родственных им магнитных окислов. – Т. 1. – М.: Мир, 1976.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ ГАЗОВИХ ЗАКОНІВ

Ю.П. Бендес, А.О. Путря, Ю.О. Стороженко, Ж.М. Веровенко
м. Полтава, Полтавський військовий інститут зв'язку
Ben.Yu@mail.ru

Критерієм якості фізичної освіти є глибоке розуміння фізичних явищ, що полягає у засвоєнні законів, які їх описують, та в умінні використання цих законів на практиці. Під знанням закону розуміємо знання його математичного запису, дослідного підтвердження, меж застосування і використання.

Для покращення методики викладання фізики необхідно широко використовувати методи, що дозволяють сформувати уміння та навички практичного використання отриманих знань. До них, в першу, чергу належать розв'язування задач, створення проблемних ситуацій, наведення контрприкладів та використання комп'ютерних технологій. Всі ці методи дозволяють активізувати пізнавальну діяльність студентів, максимально враховуючи індивідуальні особливості, та здійснювати диференціацію навчання.

Крім того, надзвичайно важливим компонентом покращення фізичної освіти є залучення студентів до наукової роботи, яка полягає як у проведенні експериментальних досліджень, так і у створенні методичного забезпечення навчального процесу.

На кафедрі фізики та хімії Полтавського військового інституту зв'язку широко використовуються комбіновані лабораторні роботи, розроблені за активної участі студентів, які включають у себе виконання завдання з реальними приладами, розв'язування задач на досліджуване фізичне явище та роботу з віртуальною моделлю цього явища. Такий поглиблений розгляд фізичного процесу дозволяє перейти від репродуктивного рівня навчання до творчого, наводити приклади до законів та явищ та створювати проблемні ситуації. Комбінація застосування розв'язування задач, комп'ютерних технологій і методу контрприкладів дозволяє на основі конкретних практичних завдань глибше вникнути в суть явища та проаналізувати його.

Розглянемо застосування комбінації цих методів при ви-

вченні газових законів та реальних газів. Після проведення роботи з реальними приладами для глибшого засвоєння законів, які описують ідеальний та реальні гази, доцільно використовувати задачі, які дозволяють розглянути межі застосування законів ідеального газу. Приклад такої задачі:

При тиску 10^5 Па у посудині об'ємом 100 см^3 знаходиться 10 г азоту. Знайти температуру газу, розглядаючи його як: 1) ідеальний, 2) реальний.

При якому об'ємі посудини різниця температур, які розраховані для випадку ідеального та реального газу складає 3) 2 К, 4) 50 К. Тиск вважати атмосферним.

При виконанні першого та другого завдань використовуються рівняння Менделєєва-Клапейрона (1) та рівняння Ван-дер-Ваальса (2).

$$pV = \nu RT_i \quad (1)$$

$$\left(p + \frac{\nu a^2}{V^2} \right) (V - \nu b) = \nu RT_p \quad (2)$$

Обрахунки для даних із умови задачі дають результати $T_i=279 \text{ К}$, $T_p=280 \text{ К}$. Отримані результати свідчать про можливість використання рівняння стану ідеального газу при високих температурах і незначних тисках.

А розв'язок третього і четвертого завдань дає змогу проаналізувати межі застосування рівняння Менделєєва-Клапейрона:

$$\left(p + \frac{\nu a^2}{V^2} \right) \cdot (V - \nu b) - pV = \nu RT_p - \nu RT_i$$

Після проведення елементарних алгебраїчних перетворень отримуємо вираз для об'єму:

$$V = \frac{\nu^2 ab}{R(T_p - T_i) + \nu pb - \nu^2 a}$$

Обрахунки проведені по цій формулі дозволяють зробити висновок про те, у яких випадках газ можна вважати ідеальним, а його параметри обраховувати за рівнянням Менделєєва-Клапейрона.

Третім етапом роботи є перевірка висновків отриманих дослідним та аналітичним шляхом за допомогою комп'ютерної моделі.

Розроблена нами віртуальна лабораторна робота “Перевірка газових законів” дозволяє проводити віртуальні дослідження залежності змін макропараметрів газів. Таке доповнення дозволяє активізувати пізнавальну діяльність студентів та курсантів шляхом більш наочного представлення газових законів у графічному вигляді, наводити приклади залежностей макропараметрів, наводити контрприкладів та створювати проблемні ситуації, організувати самостійну роботу по вивченню даної теми.

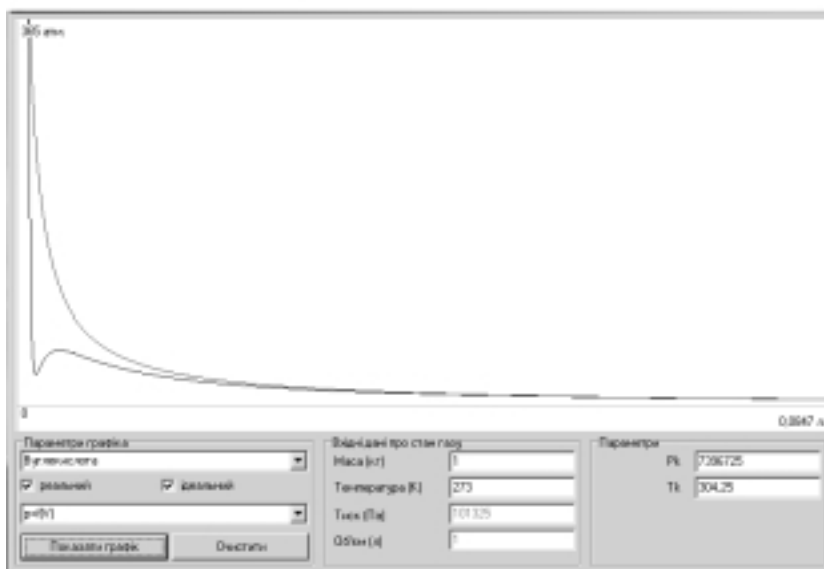


Рис. 1. Інтерфейс програми “Ідеальні та реальні гази”

Інтерфейс програми (рис. 1), яка написана на мові Delphi 6.0, дозволяє отримувати графіки стану реального та ідеального газу у координатах $p=f(V)$, $p=f(T)$, $V=f(T)$, порівнювати ці залежності при однакових умовах. При виборі кожного з графіків для введення пропонуються необхідні параметри, наприклад, для $p=f(V)$ необхідними параметрами є маса і температура, тоді як тиск і об'єм – непотрібні і стають неактивними. Програма дозволяє обирати реальні гази зі списку, отримувати їх критичні параметри, і, змінюючи параметри, спостерігати яким чином газ зі стану реального наближається до ідеального.

Запропонований нам підхід до вивчення ідеального та реального газу

льних газів сприяє подоланню формального підходу до фізики, свідомому ставленню до предмета і формулюванню навичок абстрактного та логічного мислення. Активне залучення студентів у рамках наукової роботи до розробки подібних систем навчально-методичного забезпечення розвиває індивідуальні здібності, уміння мислити критично, аналітично та творчо, готує їх до подальшої професійної діяльності.

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

Ф.Г. Бершадский, И.Я. Гордиенко

г. Харьков, Украинская инженерно-педагогическая академия

В настоящее время в связи с уменьшением финансирования образования возникают серьезные трудности с оснащением и обслуживанием лабораторной базы кафедр технических вузов и в частности кафедры физики. Поэтому в настоящее время особенно актуальным является бережное отношение к имеющимся лабораторным установкам и постановка новых лабораторных работ с использованием простых лабораторных установок.

Для изучения механических затухающих колебаний можно использовать достаточно простое лабораторное оборудование. Устройство, представляющее собой пружинный маятник, состоит из груза, подвешенного к нижнему концу вертикально расположенной спиральной пружины, верхний конец которой закреплен на горизонтальной штанге штатива. Сместив груз вниз и отпустив его, мы наблюдаем колебания. Для наблюдения за изменениями, происходящими в процессе распространения затухающих колебаний и регистрации их амплитуды в зависимости от времени, к штативу прикреплена измерительная линейка. В установке предусмотрена возможность осуществления колебаний пружинного маятника с грузами различной массы.

При рассмотрении реальных механических колебаний необходимо учитывать сопротивление среды, в которой они происходят. Такие колебания, амплитуда которых из-за потерь энергии реальной колебательной системой с течением времени уменьшается, называются затухающими.

Затухание колебаний определяется свойствами колебательной системы. Как правило, рассматривают линейные системы, в которых параметры, определяющие физические свойства системы, не изменяются в ходе процесса. К линейным системам относится пружинный маятник, если коэффициент сопротивления среды и упругость пружины не зависят от скорости и смещения маятника. При малых скоростях сила сопротивления среды про-

порциональна скорости движения, т.е.

$$F_{res} = -rv = -r \frac{dx}{dt}. \quad (1)$$

С учетом сопротивления среды в случае пружинного маятника 2-ой закон Ньютона имеет следующий вид

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt}. \quad (2)$$

Уравнение затухающих колебаний будет иметь вид

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0, \quad (3)$$

где $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – собственная частота колебательной системы,

$\beta = \frac{r}{2m}$ – коэффициент затухания.

Решение уравнения (3) в случае малых затуханий ($\beta \ll \omega_0$) имеет вид

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi), \quad (4)$$

где $A = A_0 e^{-\beta t}$ – амплитуда затухающих колебаний, $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$.

Как видно из уравнения (4), амплитуда затухающих колебаний уменьшается с течением времени тем быстрее, чем больше коэффициент затухания.

В случае малых затуханий затухающие колебания можно приблизительно рассматривать как гармонические колебания с постепенно убывающей во времени амплитудой.

Для количественной характеристики быстроты убывания амплитуды затухающих колебаний подчас важнее знать, во сколько раз амплитуда колебаний уменьшается за один период, и для этой цели вводится безразмерная величина, называемая логарифмическим декрементом затухания, равная натуральному логарифму отношения значений амплитуд двух последовательных колебаний, соответствующих моментам времени, отличающихся на период

$$\delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T. \quad (5)$$

Если задана начальная амплитуда колебаний A_0 , число полных колебаний n и значение амплитуды в момент времени t , то

$$\delta = \frac{1}{n} \ln \frac{A_0}{A(t)}. \quad (6)$$

При $\omega = \omega_0$ можно считать, что

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad (7)$$

а коэффициент жесткости

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}. \quad (8)$$

Часто пользуются величиной добротности системы D , которая при малых значениях логарифмического декремента затухания ($\delta \ll 1$) равна

$$D = \frac{\pi}{\delta} = \frac{\pi}{\beta T} = \frac{\omega_0}{2\beta}. \quad (9)$$

В случае пружинного маятника

$$D = \frac{\omega_0}{2\beta} = \frac{1}{r} \sqrt{km}. \quad (10)$$

При выполнении лабораторной работы необходимо:

- ознакомиться с устройством пружинного маятника;
- для определения коэффициента жесткости пружинного маятника необходимо предварительно зафиксировать его в начальном положении, т.е. в положении равновесия маятника с грузом массой m ;
- отвести груз из положения равновесия, отметив по шкале его максимальное смещение (A_0);
- отпустить груз с одновременным включением секундомера и измерить время 10 колебаний и величину амплитуды $A(t)$ к этому моменту времени;
- повторить опыт 3 раза, каждый раз замеряя время 10-ти колебаний и величину $A(t)$;
- увеличить массу груза и повторить измерения в той же последовательности;
- по формуле (6) найти значения δ и его среднее значение;
- по формуле (8) вычислить значения k и его среднее значение;
- по формулам (5) и (9) вычислить коэффициент затухания и добротность;

– на основании измеренных и вычисленных величин A_0 , T и β составить уравнение затухающих колебаний, начальную фазу положить равной нулю;

– рассчитать погрешность коэффициента жесткости.

Авторы надеются, что описанная в работе установка и методика изучения затухающих колебаний будут полезны при проведении лабораторного практикума по физике в технических вузах.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО МЕТОДА ИЗЛОЖЕНИЯ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Б.И. Бешевли, С.К. Полтинова
г. Донецк, Донецкий национальный университет
Beshevli@mail.ru

На современных этапах развития образования необходимо совершенствовать именно методику преподавания отдельных научных дисциплин с учетом снижения уровня подготовки учащихся и интереса к изучению предмета.

На лекциях материал должен излагаться не только на информативном уровне, а охватывать все аспекты деятельности человека. Целью учителя является не просто формальное изложение материала, а создание предпосылок для саморазвития обучающихся и применения полученных ими знаний в профессиональной сфере деятельности. До сих пор психологи и педагоги не смогли точно объяснить, что же происходит в сознании учащегося во время обучения. Преподаватель по сути «не учит» студентов, несмотря на то, что это подразумевается в самом контексте, а только обеспечивает стимул для обучения, возможно мотивацию, но само научение происходит в уме студента. Понятно, что преподавателю необходимо обеспечить атмосферу, которая оптимально повлияет на процесс обучения, то есть найти такой стиль, метод, при котором учащийся лучше будет усваивать информацию, а это возможно, когда она поступает в доступной ему форме.

Одним из самых распространенных и важных методов в обучении является устное изложение, на основе которого обеспечивается восприятие и первичное усвоение учащимися учебного материала. Для повышения качества усвоения знаний учеников необходимо совершенствовать структуру устного изложения, технологию управления восприятием и пониманием учениками излагаемого материала.

Существует пять основных способов, с помощью которых мы познаем окружающий мир: зрение, слух, ощущения, вкус и запах. Наиболее важными являются визуальный, аудиальный и кинестетический способы получения информации, а также ха-

рактёрный только для человека логический – схемы, графики, формулы. Именно эти образы, звуки, ощущения и логические модели, по-разному группируясь и организовываясь, не только образуют наш опыт, но и определяют схемы реагирования.

Поэтому, чтобы помочь ученику усваивать материал как можно лучше, а затем создать разнообразную систему обучения, которая будет адресована всем способам восприятия, преподавателям необходимо определить тип стимулов – визуальный, аудиальный или осязательный. Преподаватель должен понимать индивидуальные различия учеников и то, как они влияют на продуктивность организации учебного процесса, поскольку ученик лучше усваивает информацию, когда она поступает в его предпочтительном стиле, а не в стиле преподавателя. Если материал был представлен в стиле, предпочтительном для ученика, то процесс научения будет происходить намного быстрее, и не возникнет необходимости заново объяснять излагаемый материал. Те учащиеся, которые нашли и понимают свой предпочтительный метод получения и переработки информации, могут в большей степени сконцентрироваться на своем предпочтительном стиле, и направить свой потенциал и возможности на восприятие нового материала, а не на сам процесс. Однако следует учитывать тот факт, что представление информации только в предпочтительном стиле преподавателя приводит к игнорированию потребностей тех учащихся, которые не обладают такими же предпочтениями.

В любой группе обязательно будут присутствовать все три репрезентативные системы (визуальная, аудиальная и кинестетическая). Поэтому невозможно проводить курс занятия, используя только какую-то одну из репрезентативных систем. При составлении плана урока преподавателю необходимо хорошо знать все три системы и использовать учебные пособия, которые будут способствовать переработке информации.

Однако в используемых учебниках, как правило, присутствует одна из систем, поэтому уроке часто возникает ситуация, когда предпочтение будет отдаваться одной из систем. При составлении плана занятий необходимо это учитывать и использовать все три репрезентативные стили, чтобы ни одна из них не была проигнорирована.

РЕШЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ, КАК СПОСОБ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Б.И. Бешевли, С.В. Символокова
г. Донецк, Донецкий национальный университет
Beshevli@mail.ru

В настоящее время развитие образования в мире становится способом укрепления национальной независимости и роли страны в международном разделении производства и потребления. Национальной доктриной развития образования в Украине определена необходимость опережающего характера инновационного развития национальной системы образования. В «Основных направлениях исследований в педагогических и психологических науках в Украине» чётко указывается, что одним из приоритетных направлений в системе развития теоретико-методического обоснования путей развития высшей школы в современных условиях рыночной экономики является теоретическое обоснование и развитие «организации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений в условиях новой парадигмы высшего образования».

В современных условиях можно выделить две основные концепции обучения: объективистскую и конструктивистскую. В первом случае под обучением понимается процесс описания и объяснения явлений природы и окружающей действительности. Данной концепции в большей мере отвечает традиционная система образования, при которой практически весь учебный материал излагается на лекциях с последующим закреплением его на лабораторных и практических занятиях. В конструктивистской модели обучения основное внимание уделяется процессу активной интерпретации и конструирования моделей представления знаний. В этом случае инициатива в процессе получения знаний принадлежит самому обучаемому, который и определяет как темп усвоения нового материала, так и его содержание, объём и форму усвоения.

В смысле методики преподавания, конструктивистская модель в полной мере отвечает дистанционному образованию, и в

определённой мере самостоятельной работе студентов при объективистской концепции.

В этом случае роль преподавателя принципиально меняется. Он становится координатором процесса познания, управляя и направляя самостоятельную деятельность студента. Это требует принципиально нового подхода как к подготовке самого преподавателя, так и методике и технологии самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа учащихся должна органично включаться в изучение материала на каждом уроке, независимо от того, рассматриваются ли только теоретические вопросы, или решаются задачи. На уроках физики, как и на уроках по другим предметам, с помощью различных самостоятельных работ учащиеся приобретают знания, умения и навыки. Систематическое использование самостоятельной работы учащимися способствует глубокому и прочному усвоению знаний, формированию у учащихся активности и самостоятельности как черт личности, развитию их умственных способностей.

Обычно основным методом самостоятельной работы является решение задач, которые задаются на дом. На этом этапе важное значение приобретает формирование у учащихся обобщённых умений решать задачи, выработка общего подхода к ним. Выражением такого подхода являются алгоритмы и алгоритмические предписания, применение которых в учебном процессе сокращает время обучения и позволяет увеличить число рассматриваемых задач. Однако применение стандартных алгоритмов решения способствует приобретению навыков решать пусть хоть и сложные, но типичные задачи. При таком подходе не удаётся развивать побудительные мотивы к дополнительному изучению материала, а тем более сформировать навыки самостоятельных научных исследований.

Привитие умения самостоятельно решать задачи – один из наиболее трудных, но в тоже время, важных элементов процесса обучения. «Нелюбовь» учащихся к такому роду работ связана с отсутствием интереса как к самим занятиям, так и процессу выполнения задания. Приучать учащихся к самостоятельному решению задач нужно постепенно, начиная с выполнения отдельных несложных операций, постепенно переходя к выполнению

более сложных. Заключительным этапом является самостоятельная работа по решению как стандартных, так и нестандартных задач. Задача учителя заключается в том, чтобы найти такую формулировку задания, которая вызывала бы у школьников интерес к работе и стремление выполнить её как можно лучше. Учащиеся должны ясно представлять, в чём заключается задача, и каким образом будет проверяться её выполнение. Это придаёт работе учащихся осмысленный, целенаправленный характер, способствует более успешному её выполнению.

Предлагаемые для самостоятельной работы задачи должны вызывать интерес учащихся. Это достигается новизной выдвигаемых задач, необычностью их содержания, раскрытием перед учащимися практического значения предлагаемой задачи или метода, которым нужно овладеть. Учащиеся всегда проявляют большой интерес к самостоятельным работам, в процессе которых они исследуют предметы и явления, которые окружают их в повседневной жизни. Именно этими свойствами обладают нестандартные задачи. Как правило, такие задачи не имеют общепринятого алгоритма решения и поэтому требуют творческого подхода.

Разнообразие видов таких задач и занимательность постановки условия каждой из них способствует повышению активности учащихся при выполнении самостоятельной работы. Методика решения нестандартных задач существенно зависит от того, где рассматривается данная задача. Если это происходит на учебных занятиях, то преподаватель управляет всем процессом решения и на любом этапе может корректировать ход рассуждений. Кроме того, в решении задачи принимают участие, как правило, несколько учащихся, что в целом приводит к известному приёму – «мозговая атака», хорошо известному по передаче «Что, где, когда». При самостоятельном решении подобных задач ученик самостоятельно определяет направление исследования и оценивает конечный результат, что усложняет задание не только ученика, но и преподавателя. В этом случае недостаточно просто сформулировать задачу. Необходимо чтобы учащийся осознал физическую сущность происходящих процессов и выбрал правильный путь рассуждений. Поставленная цель может быть достигнута только в том случае, если учитель при решении

такого рода задач будет обращать основное внимание на логику рассуждений, приводящую к правильному результату. Несмотря на то, что нестандартные задачи не имеют общего алгоритма решения, в тоже время можно свести ход решения к определённой последовательности логических действий, приводящих к правильному результату. Таким образом, при самостоятельном решении нестандартных задач учащийся не только изучает физические законы, но и учится самостоятельно применять их на практике.

Использовать самостоятельное решение нестандартных задач можно не только на практических занятиях, но и на лекциях. В конце лекции на дом задаётся решение нестандартной задачи, для решения которой необходимо знание материала как текущей лекции, так и последующей. Учащийся, не найдя ответ в пределах известного ему материала, будет вынужден хотя бы поверхностно ознакомиться с материалом следующего занятия. Таким образом, на лекцию он приходит подготовленным, что облегчает понимание и усвоение излагаемого материала. Бесспорно, у него могут возникнуть проблемы с решением такой задачи, поэтому уже после изложения необходимой теории преподаватель совместно с аудиторией рассматривает её решение. На кафедре общей физики Донецкого национального университета разработаны нестандартные задачи, которые используются при изложении курса общей физики на биологическом факультете. Тематика этих задач и содержание выбраны с учётом того, что после данного курса студенты изучают курс биофизики, поэтому основное внимание обращено на межпредметные связи между этими дисциплинами.

Сравнение успеваемости в контрольной группе и той, где использовалась самостоятельная работа с применением нестандартных задач, показало, что успеваемость в исследуемой группе существенно выше, чем в контрольной, студенты имеют повышенную мотивацию к изучению физики, более активны на занятиях и стремятся к изучению дополнительного материала.

АКТИВІЗАЦІЯ ТВОРЧОЇ САМОСТІЙНОСТІ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З АСТРОФІЗИКИ

Г.М. Бойко

м. Київ, Національний педагогічний університет
імені М.П. Драгоманова
Vojko_npu@list.ru

Одним із шляхів підвищення рівня професійної підготовки вчителів фізики з астрономії є удосконалення організації лабораторного практикуму. Відомо, що методично обґрунтований лабораторний практикум повинен інтегрувати формовані практичні вміння та навички й теоретико-методологічні знання в єдиний процес діяльності навчально-дослідного характеру (інструменталізація отриманих знань), забезпечувати успішне оволодіння технікою та методикою експерименту (спостереження). Головна функція лабораторних занять у професійній освіті – це практичне оволодіння елементами майбутньої професійної діяльності шляхом розв'язку квазіпрофесійних експериментальних завдань [1].

Структуруючим елементом організації навчальної діяльності студентів на лабораторних заняттях є інструктивні матеріали, пропоновані викладачем.

Результати проведеного аналізу інструктивних матеріалів до лабораторних занять з астрономії та фізики, які широко використовуються у вищих навчальних закладах України та інших держав [2–5], дозволяють зробити висновок, щодо можливостей підвищення ефективності навчально-виховного процесу шляхом зміни в структурі інструктивних матеріалів.

Коротко зупинимось на характеристиці “класичної” структури інструктивних матеріалів. За такою схемою спочатку формулюється мета та завдання лабораторної роботи (“Ознайомитись з методом”, ...). Потім в “Теоретичних відомостях” (“Характеристика і сутність методу” таке інше) викладено спеціально відібране, мінімізоване за змістом, теоретичне обґрунтування лабораторної роботи, відомості, що до методів і способів експерименту (спостереження).

Головним недоліком використовованої структури є те, що практична частина роботи може бути успішно виконана і без теоретичного обґрунтування. Оскільки в інструктивних матеріалах обов'язково присутній розділ із прямими, чітко сформульованими авторами, вказівками щодо послідовності операцій: “Порядок виконання роботи”, “Хід роботи”, “Проведення експерименту” таке інше.

Студент, іноді навіть не читаючи “Теоретичні відомості”, починає виконувати експериментальну частину й отримує продукт діяльності необхідної якості та в необхідній кількості. Чітко сформульовані вказівки не можуть не забезпечити необхідний продукт, оскільки автори інструктивних матеріалів побудували їх на підґрунті глибокого розуміння теоретичних основ експерименту. Але логіка, якою керувались автори, формулюючи склад діяльності, залишається поза увагою студентів.

Необхідність “теоретичної частини” може бути розкрита лише за умови, що вона забезпечує орієнтовну функцію, коли без глибокого розуміння теоретичних основ принципово неможливо виконувати експеримент чи спостереження.

Результативність виконуваного експериментального дослідження (спостереження) детермінується організацією підготовчого етапу, який повинен забезпечити умови для: 1) з'ясування сутності експериментального завдання, тобто мети, змісту й засобів реалізації майбутнього експерименту чи спостереження; 2) оволодіння теоретичними засадами тих явищ і процесів, що є підґрунтям експерименту чи спостереження; 3) розробки плану експерименту; 4) підготовки необхідних таблиць для фіксування результатів спостережень чи експерименту; 5) прогнозу можливих результатів, створення системи верифікації отриманих результатів. Результатом якісної підготовки до лабораторної роботи є створення у свідомості студента образу майбутньої діяльності.

Реалізація такої принципово нової ситуації персональної активності кожного студента можлива лише за умови глибоких змін у структурі інструктивних матеріалів. Пропоновані зміни передбачають:

- повну відмову від чіткого поопераційного викладення послідовності виконання лабораторної роботи;

- подання теоретичного матеріалу в додатках до лабораторної роботи у формі закінченого модуля інформації.

Розглянемо докладніше запропоновані зміни на прикладі лабораторної роботи “Телескоп”, що входить до складу практикуму з астрофізики, створеного на кафедрі ЕТФА НПУ імені М.П. Драгоманова. Лабораторний практикум, що охоплює курс практичної астрофізики, містить опис семи аудиторних лабораторних робіт, послідовність яких відповідає програмі з астрофізики для фізико-математичних факультетів педагогічних університетів.

Завчасно, кожний студент отримує інструкцію з чітко сформульованою метою та робочим завданням.

Мета роботи

Вивчити будову телескопа на прикладі малого шкільного рефрактора й рефлектора «Міцар». Набути вмінь та навичок роботи з оптичними приладами. Ознайомитися з найпростішими способами визначення характеристик телескопа.

Об’єкт та засоби досліджень

У роботі вивчаються: шкільний телескоп-рефрактор і телескоп-рефлектор «Міцар».

Для визначення характеристик використовуються: оптична лава, лабораторне джерело світла, екран, вимірювальна стрічка, лінійка, мірний шаблон.

Робоче завдання лабораторної роботи містить систему навчально-пізнавальних та квазіпрофесійних завдань, що моделюють майбутню професійну діяльність:

Робоче завдання

1. Зібрати телескоп та систему монтувань.
2. Провести необхідні вимірювання.
3. Визначити характеристики телескопа.
4. Зробити висновки щодо можливостей спостереження астрономічних об’єктів, список яких наведені в додатку II.

Для пояснення послідовності окремих операцій, заострення уваги студентів на правилах техніки безпеки інструкція містить розділ:

Методичні вказівки щодо виконання робочого завдання

1. Категорично забороняється спостерігати Сонце в теле-

скоп, якщо об'єкти не прикритий нейтральним світлофільтром.

2. Обережно поводитися з оптикою телескопа, не доторкатися до лінз і дзеркал.

3. При визначенні фокусних відстаней об'єктив і окуляр телескопа слід вважати тонкими лінзами.

В інструкції до лабораторної роботи також приведено чітко сформульовані вимоги до змісту та форми звіту.

Зміст звіту

Звіт про лабораторну роботу має містити:

- 1. Протокол лабораторної роботи.*
- 2. Конспективні відповіді на контрольні запитання.*
- 3. План виконання робочого завдання.*
- 4. Результати вимірювань та обчислень.*
- 5. Оцінку похибки отриманих результатів.*
- 6. Висновки.*

Для контролю розуміння теоретичного матеріалу в інструкції подано:

Контрольні запитання

- 1. Характеристики лінз та дзеркал.*
- 2. Призначення телескопа.*
- 3. Телескоп як афокальна система. Хід променів у телескопі.*
- 4. Характеристики телескопа.*
- 5. Типи окулярів.*
- 6. Монтування телескопа.*

Зауважимо, що відсутність запитання в прямій формі (відсутні знаки запитання) підсилює мотивацію, створюючи у студентів відчуття професійної діяльності, а не навчання. Важливим є також передбачувана повна розгорнута відповідь.

В останньому параграфі інструктивних матеріалів подано список рекомендованої літератури.

Таким чином, перед студентом постає чітке завдання – збагнувши мету та сутність лабораторної роботи на основі опрацьованого теоретичного матеріалу самостійно: з'ясувати які спостереження та вимірювання слід виконати, розробити порядок проведення експерименту, підібрати та обґрунтувати методику вимірювання, вибрати форму протоколу спостережень і методи обробки отриманих експериментальних результатів, підібрати

методику верифікації отриманих експериментальних результатів.

Розглянуті вище принципові зміни в структурі інструктивних матеріалів викликали модифікацію процесу допуску до виконання лабораторної роботи. За таких умов в бесіді з викладачем студент викладає та обґрунтовує розроблену ним методику експериментального розв'язку робочого завдання, подає чіткий операційний план дослідження, доводить його раціональність та висвітлює можливі методи обробки результатів вимірювання. Це дозволяє засвоїти тонкощі експериментальних досліджень, переважна більшість з яких раніше залишалась поза увагою.

Докладно обговоривши всі перераховані вище вузлові моменти виконання експерименту з викладачем, студент отримує дозвіл виконувати роботу.

Якщо викладач виявляє, що фактичні знання не достатні, а самостійний їх пошук ускладнено хибними орієнтирами, він спрямовує увагу студента в конструктивному напрямку.

Обговорення розробленого плану експерименту дозволяє розвивати у студента вміння логічно викладати та аргументувати свою точку зору, формує характер та творчі здібності. Елементи дискусії розвивають вміння студента спиратись на отримані раніше знання, самостійно шукати відповіді на запитання.

Як правило переважна більшість студентів психологічно не готова до самостійної пошукової діяльності, яку передбачає пропонована структура інструктивних матеріалів та організація навчального процесу. Це викликає певні складності на початковому етапі, але згодом можливості самостійного творчого пошуку створюють додатковий мотиваційний вплив на студентів. На заняттях успішно формується творче навчальне середовище, створюються сприятливі умови для самореалізації особистості та ефективного професійного зростання.

Аналіз результатів використання пропонованого практикуму з астрофізики, теоретичне вивчення проблеми і здобуті результати науково-дослідної роботи дають змогу зробити такі висновки:

- 1) використання пропонованої структури інструктивних матеріалів підвищує ефективність навчання, формує предметно-маніпуляційні навички, розвиває здатність комбінувати набуті уміння і навички в різному їх поєднанні, що дозволяє реалізувати процес форму-

вання умінь і навичок безпосередньо під час їх використання;

- 2) створюване навчальне середовище забезпечує цілісне сприйняття і розуміння процесів та явищ, сприяє активізації психологічних механізмів мотивації;
- 3) комплексне використання пропонованих інструктивних матеріалів є ефективним засобом активізації творчої самостійності студентів.

Результати проведеного педагогічного експерименту дають підстави стверджувати про правомірність висунутої гіпотези і доцільність запропонованої інновації.

Проведене дослідження не вичерпало всіх аспектів проблеми. Надалі необхідно проаналізувати можливості оптимізації змісту інструктивних матеріалів.

Література

1. Чернилевский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 437 с.
2. Лабораторный практикум по курсу общей астрономии. Учеб. пособие для ин-тов. Изд. 2-е, доп. и испр. – М.: Высш. школа, 1972. – 424 с.
3. Загальна фізика: Лабораторний практикум.: Навч. посібник / В.М. Барановський, П.В. Бережний, І.Т. Горбачук та ін.; За заг. ред. І.Т.Горбачука. – К.: Вища школа, 1992. – 509 с.
4. Меньяйлов М.Є. Спеціальний фізичний практикум. – К.: Вища школа, 1971. – 368 с.
5. Молекулярна фізика. Вступ до термодинаміки: Методика і техніка лабораторного практикуму. Навч. посібник / В.П. Сергієнко. За ред. І.Т. Горбачука. – К.: КДПІ, 1991. – 88 с.

ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАПЛАСА В ЗАДАЧАХ СТІЙКОСТІ СТИСНУТИХ СТЕРЖНІВ

М.А. Бондаренко¹, В.І. Вербицький¹, В.І. Кляцький¹,
Л.І. Бондаренко²

¹ м. Кривий Ріг, Криворізький технічний університет
² м. Кривий Ріг, Криворізький технікум економіки і управління

Задачі на дослідження стійкості прямолінійних центрально-стиснутих стержнів при різних способах їх закріплення є однією з основних у будівельній механіці.

При втраті стійкості центрально-стиснутий стержень переходить у новий деформований стан. У критичному стані положення точок вісі стержня визначається прогинами і поздовжнім зміщенням. Скорочення довжини стержня за рахунок стискаючої сили мале, а тому ним можна нехтувати. Отже положення точок вісі стержня буде характеризуватися лише прогинами.

Для розв'язку задачі на стійкість прямого бруса статичним методом складають диференціальне рівняння рівноваги для деформованого стану при поздовжньому згинанні.

Для визначення впливу способів закріплення стержня на величину критичної сили зручно використати наближене диференціальне рівняння четвертого порядку. Користуючись статичним методом, запишемо рівняння рівноваги для вирізаного елемента стиснутого стержня змінного перерізу і навантаженого зовнішніми поперечними силами $q(z)$ (рис. 1а).

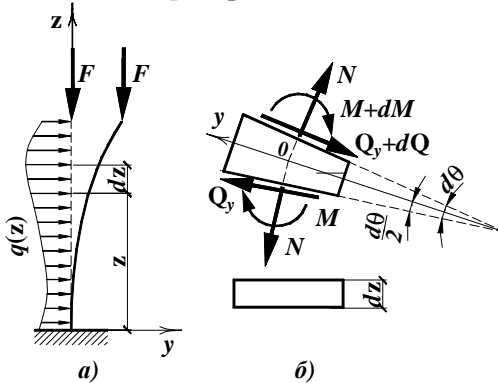


Рис. 1.

Рівняння зігнутої вісі стержня знаходимо з умови рівноваги вирівняного елемента (рис. 1б) і після незначних перетворень маємо

$$\frac{d^2}{dz^2}(EIy'') + Fy'' = q(z), \quad (1)$$

де EI – жорсткість стержня при згинанні;
 y – величина прогину.

Якщо стержень має постійний переріз по довжині і відсутні зовнішні поперечні навантаження, то рівняння (1) перетвориться до вигляду

$$y^{IV} + k^2 y'' = 0, \quad (2)$$

де $k^2 = \frac{F}{EI}$.

Для розв'язку наближеного рівняння (2) зручно поперечні зовнішні сили записати в аналітичній формі як кусково-неперервну функцію від змінної z . Для цього використовуємо імпульсні функції Хевісайда і Дірака.

Припустимо, що на стержень, що знаходиться в рівновазі, діють зосереджені сили (F_i), моменти (M_j) і рівномірно розподілені навантаження (q_k) (рис. 2).

Виберемо систему координат так, щоб її початок співпадав з лівим кінцем балки (рис. 3а). Тоді розподілене навантаження q_k можемо записати за допомогою функції Хевісайда [3].

$$q_k(z) = q_k(\eta(z - c_k) - \eta(z - d_k)). \quad (3)$$

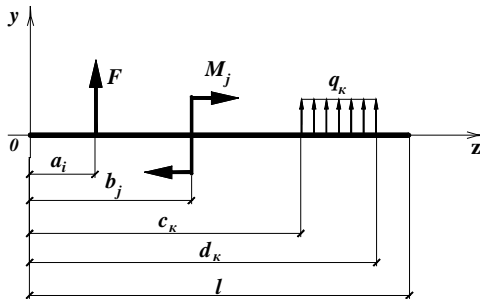


Рис. 2.

Функція (3) є кусково-неперервною на відрізку $[0, \infty]$.

Припустимо, що на початку координат прикладена зосереджена сила F (рис. 3а)

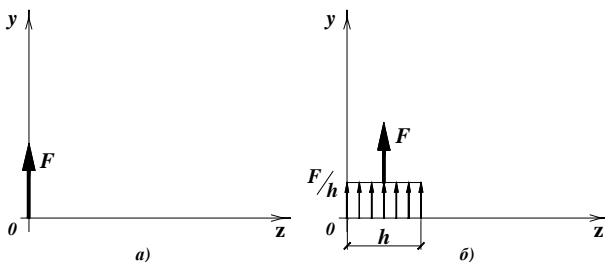


Рис. 3

Замінімо зосереджене навантаження F рівномірно розподіленим навантаженням на відрізку $[0, h]$, рівнодійна якої дорівнює силі F (рис. 3б). При такій заміні рівнодійна розподіленого навантаження залишається постійною величиною при різних значеннях h . Запишемо в аналітичній формі одержане розподілене навантаження за допомогою функції Хевісайда

$$q(z, h) = \frac{F}{h} (\eta(z) - \eta(z - h)).$$

Знайдемо границю цієї функції при $h \rightarrow 0$.

$$q_F(z) = \lim_{h \rightarrow 0} q(z, h) = F \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\eta(z) - \eta(z - h)}{h} = F \delta(z), \quad (4)$$

де $\delta(z)$ – функція Дірака.

Таким чином, зосереджену силу за допомогою функції Дірака можемо записати як розподілене навантаження, рівнодійна якого дорівнює F . Розподілене навантаження при $z = 0$ дорівнює нескінченності, а величину рівнодійної знаходимо за формулою

$$\int_{-\infty}^{\infty} q_F(z) dz = F \int_{-\infty}^{\infty} \delta(z) dz = F \cdot 1 = F.$$

У точках $z \neq 0$ значення розподіленого навантаження дорівнює нулеві.

Зосереджений момент у початку координат теж можемо записати за допомогою функцій Дірака. Замінімо зосереджений момент (рис. 4а) парою сил (рис. 4б).

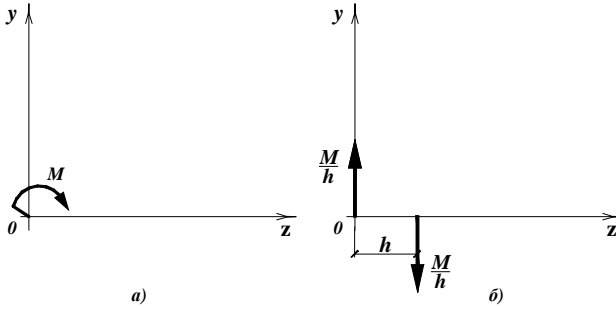


Рис. 4.

Запишемо дію цієї пари сил за допомогою функцій Дірака як розподіленого навантаження

$$q_M(z, h) = \frac{M}{h} (\delta(z) - \delta(z - h)).$$

Знайдемо границю функції (2.33) при $h \rightarrow 0$

$$q_M(z) = M \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\delta(z) - \delta(z, h)}{h} = M \delta_1(z), \quad (5)$$

де $\delta_1(z) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\delta(z) - \delta(z, h)}{h}$ – функція Дірака.

Таким чином, за допомогою функцій Дірака і Хевісайда навантаження на балку можемо записати формально у вигляді розподіленого навантаження

$$q(z) = \sum_{i=1}^n F_i \delta(z - a_i) + \sum_{j=1}^m M_j \delta_1(z - b_j) + \sum_{\kappa=1}^p q_\kappa (\eta(z - c_\kappa) - \eta(z - d_\kappa)), \quad (6)$$

де n, m, p – число зосереджених сил, зосереджених моментів та рівномірно розподілених навантажень відповідно.

Застосування імпульсних функцій для зображення навантаження на балку у вигляді неперервної функції значно спрощує розв'язання диференціального рівняння поздовжньо-поперечного згинання методом операційного числення.

Користуючись перетворенням Лапласа, знайдемо функцію прогину поздовженно-стиснутого стержня у формі методу поча-

ткових параметрів.

Суть методу початкових параметрів полягає в тому, що прогин стержня в довільному перерізі визначається через значення функції і її похідних у початку координат. На рис. 5 зображено положення стержня до втрати стійкості суцільною лінією і штриховою – в деформованому стані.

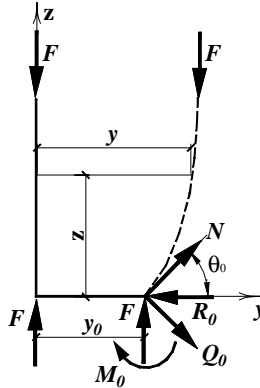


Рис. 5.

Виберемо початок координат у нижньому кінці стержня і позначимо: F – сила, що стискає стержень на цьому відрізку; M_0 – згинальний момент; R_0 – реакція, паралельна вісі Oy ; y_0 – прогин; θ_0 – кут повороту; y – прогин довільного перерізу на відстані z від початку координат. Слід зазначити, що M_0 і R_0 до втрати стійкості дорівнюють нулеві. Сила R_0 перпендикулярна до початкового положення стержня і тому не дорівнює поперечній силі в цьому перерізі. Додатній напрямок початкових параметрів зображений на рис. 5.

Для розв'язання поставленої задачі скористаємось наближеним диференціальним рівнянням четвертого порядку (2).

Припустимо, що в початку координат відомі початкові умови y_0, y'_0, y''_0, y'''_0 .

Застосуємо операційне перетворення Лапласа, тоді рівняння (2) в операторній формі матиме вигляд

$$Y(p)(p^4 + k^2 p^2) - p^3 y_0 - p^2 y'_0 - p y''_0 - y'''_0 - p k^2 y_0 - k^2 y'_0 = 0.$$

Звідси знаходимо зображення функції прогину

$$Y(p) = y_0 \frac{1}{p} + y_0' \frac{1}{p^2} + y_0'' \frac{1}{p(p^2 + k^2)} + y_0''' \frac{1}{p^2(p^2 + k^2)}.$$

Скористаємося таблицею зображень і знайдемо оригінал, тобто функцію прогину

$$y = y_0 + y_0' z + y_0'' \frac{1}{k^2} (1 - \cos kz) + y_0''' \frac{1}{k^2} \left(z - \frac{\sin kz}{k} \right). \quad (7)$$

З'ясуємо фізичний зміст початкових умов. Визначимо похідні до третього порядку включно:

$$\left. \begin{aligned} y' &= y_0' + y_0'' \frac{\sin kz}{k} + y_0''' \frac{1}{k^2} (1 - \cos kz); \\ y'' &= y_0'' \cos kz + y_0''' \frac{\sin kz}{k}; \\ y''' &= -y_0''' k \sin kz + y_0'''' \cos kz. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

При $z = 0$ знаходимо значення функції і її похідних :

$$y(0) = y_0; y'(0) = y_0'; y''(0) = y_0''; y'''(0) = y_0'''.$$

Тоді можемо записати, що y_0 – прогин, $y_0' = \theta_0$ – кут повороту, $EI y_0'' = M_0$ – згинальний момент, $EI y_0''' = Q_0$ – поперечна сила в початку координат.

Виразимо поперечну силу Q_0 через R_0 та F . Для цього скористаємося умовою рівноваги вирізаного вузла в початку координат (рис. 5). З цієї умови випливає, що

$$Q_0 = R_0 \cos \theta_0 + F \sin \theta_0.$$

Оскільки кут θ_0 малий, то $\cos \theta_0 \cong 1$, $\sin \theta_0 \cong \theta_0$, величина поперечної сили в початку координат матиме вигляд

$$Q_0 = R_0 + F \theta_0,$$

Звідси

$$y_0''' = -\frac{1}{EI} (R_0 + F \theta_0). \quad (9)$$

Підставимо значення початкових умов y_0, y_0', y_0'', y_0''' в рівняння прогину, і після перетворень матимемо

$$y = y_0 + \theta_0 \frac{\sin kz}{k} + \frac{M_0}{F} (\cos kz - 1) + \frac{R_0}{F} \left(\frac{\sin kz}{k} - z \right). \quad (10)$$

Якщо на відрізках, на які розбивається стержень, деформації

або зусилля змінюються стрибкоподібно, то умови переходу від відрізка до відрізка враховуються додатковими доданками до основного рівняння. В цьому випадку рівняння прогину стержня буде мати вигляд:

$$\begin{aligned}
 y = & y_0 + \theta_0 \frac{\sin kz}{k} + \frac{M_0}{F} (\cos kz - 1) + \frac{R_0}{F} \left(\frac{\sin kz}{k} - z \right) + \\
 & + \sum_{i=1}^n \Delta \theta_i \frac{\sin k(z - z_i)}{k} + \sum_{j=1}^m \frac{\Delta M}{F} (\cos k(z - z_j) - 1) + \\
 & + \sum_{s=1}^f \frac{\Delta R}{F} \left(\frac{\sin(z - z_s)}{k} - (z - z_s) \right),
 \end{aligned} \tag{11}$$

де z_i, z_j, z_k – координати перерізів, у яких θ, M, R мають розрив першого роду.

Перетворення Лапласа можемо застосувати і при визначенні функцій прогину стержня при поздовжньо-поперечному згинанні та пружній основі [1]. При застосуванні цього методу можемо визначити не тільки величину критичної сили, а і форму прогину стержня прогину стержня на відміну від енергетичного методу [4].

Література

1. Бондаренко М.А., Вербицький В.І. Методи розрахунку стержневих систем на стійкість. – Кривий Ріг: Мінерал, 2002. – 143 с.
2. Бутенко Ю.И. и др. Строительная механика. – К.: Вища школа, 1989. – 479 с.
3. Корн Г., Корн Т., Справочник по математике. – М: Наука, 1974. – 831 с.
4. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. – К.: Наукова думка, 1972. – 501 с.

ГРАФІЧНИЙ СПОСІБ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА ЗІТКНЕННЯ АБСОЛЮТНО ПРУЖНИХ ТІЛ З КОМП'ЮТЕРНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ

М.М. Борис, І.В. Білінський, Р.І. Пазюк, В.В. Думіндяк
м. Дрогобич, Дрогобицький державний педагогічний університет
ім. І. Франка
fizmat@drohobych.net

Відомо, що розв'язування задач на закони збереження імпульсу та енергії займає важливе місце в шкільному курсі фізики. Задачі, в яких одночасно доводиться використовувати закон збереження імпульсу і закон збереження енергії, дозволяють учням глибоко осмислити зміст розділу механіки “Закони збереження” і служать доброю пропедевтикою для подальшого вивчення фізики, зокрема, фізики атомного ядра. Такими, зокрема, є задачі на зіткнення абсолютно пружних тіл.

Зупинимося на цьому питанні більш детально.

Розглядаючи загальний випадок центрального удару, коли задано швидкості тіл до їх взаємодії \vec{v}_1 і \vec{v}_2 , необхідно знайти їх швидкості після взаємодії \vec{u}_1 і \vec{u}_2 , учні записують два рівняння на основі законів збереження:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2, \quad (1)$$

$$m_1v_1^2 + m_2v_2^2 = m_1u_1^2 + m_2u_2^2. \quad (2)$$

Розв'язання цієї системи рівнянь у загальному виді є не завжди посильним навіть для учнів, які добре володіють математичним апаратом. У багатьох методичних посібниках пропонується штучний прийом розв'язання цієї системи рівнянь, який викликає певні труднощі у школярів. Кінцеві формули

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2} \quad \text{і} \quad u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2},$$

що дають відповідь, досить громіздкі для запам'ятовування.

Тому варто запропонувати учням, показавши один раз аналітичний розв'язок цієї системи рівнянь у загальному вигляді, надалі користуватися графічним способом. Покажемо на конкретному прикладі, як це робиться.

Задача. Відбувається центральний співудар двох абсолютно пруж-

жних куль масами $m_1=10$ кг і $m_2=15$ кг, що рухаються назустріч одна одній, їх початкові швидкості $v_1=6$ м/с і $v_2=3$ м/с. Знайти швидкості куль u_1 і u_2 після співудару.

Зв'язуємо початок координат з Землею, координатну вісь напрямляємо вправо. Після цього записуємо рівняння (1) і (2) для законів збереження в системі одиниць СІ, враховуючи числові значення величин і додатній напрям осі X:

$$10 \cdot 6 - 15 \cdot 3 = 10 u_1 + 15 u_2, \quad (3)$$

$$10 \cdot 6^2 + 15 \cdot 3^2 = 10 u_1^2 + 15 u_2^2. \quad (4)$$

Звідси одержуємо:

$$3 = 2 u_1 + 3 u_2, \quad (5)$$

$$99 = 2 u_1^2 + 3 u_2^2. \quad (6)$$

Якщо в системі рівнянь (5) і (6) u_1 позначити через x , а u_2 – через y , то одержимо:

$$3 = 2x + 3y, \quad (7)$$

$$99 = 2x^2 + 3y^2. \quad (8)$$

Нагадуємо учням, що систему рівнянь (7) і (8) легко розв'язати графічно, так як перше є рівнянням прямої, а друге – рівнянням еліпса (з побудовою кола, як частинного випадку еліпса, учні ознайомлюються на початку вивчення алгебри у VII класі).

Для побудови еліпса необхідно знати його півосі, їх знаходимо з рівняння (8), прийнявши один раз $x=0$, а другий – $y=0$. Далі з допомогою масштабної лінійки будуємо і сам еліпс у прямокутній системі координат, вибравши довільний масштаб для значень швидкості. Для цього на ребрі лінійки від якої-небудь точки А відкладаємо два відрізки: $AM=a$, $MB=b$, де a і b – відповідно велика і мала півосі еліпса (рис. 1).

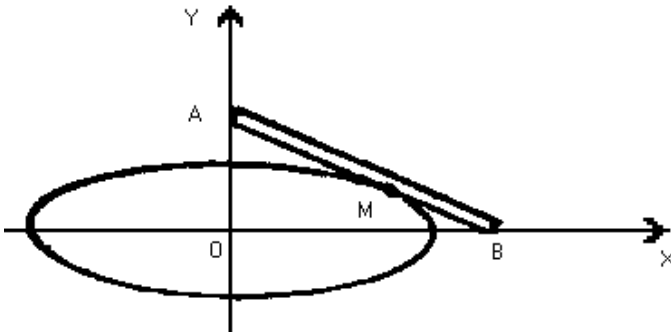


Рис. 1.

Розташовуємо лінійку так, щоб точки А і В лежали відповідно на осях X і Y. Позначаючи положення точки М, дістанемо точки еліпса.

При знаходженні невідомих x і y не обов'язково будувати еліпс, а тільки ту його частину, що перетинається прямою, яка відповідає рівнянню (7).

Із рис. 2 видно, що $x_1=-2,4$; $x_2=6$; $y_1=5,4$; $y_2=-3$. Аналізуючи ці результати, можна зробити висновок, що швидкість першої кулі після співудару $u_1=-2,4$, а другої – $u_2=5,4$, так як корені 6 і -3 відповідають швидкостям тіл до їх зіткнення.

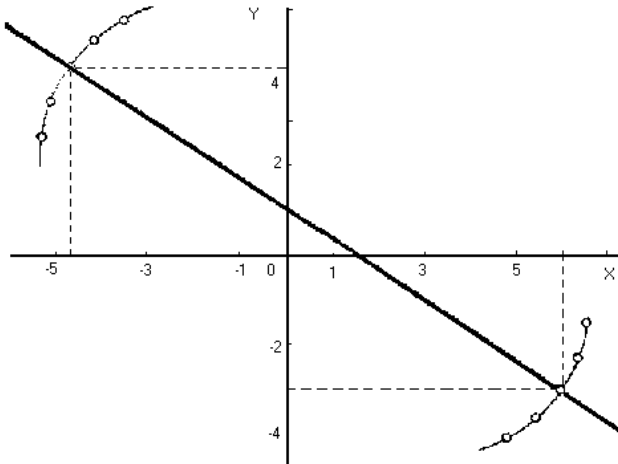


Рис. 2.

Надалі немає потреби використовувати математичні змінні x і y , а відразу швидкості u_1 і u_2 позначати на осях координат.

Для розв'язування графічним способом задач на зіткнення абсолютно пружних тіл пропонується навчальна програма, записана в середовищі Delphi. За допомогою цієї програми можна легко продемонструвати учням абсолютно пружний удар двох куль, попередньо задавши їх параметри: початкові маси, початкові швидкості, напрямки руху. Після здійснення удару кульок ми отримаємо графічний розв'язок задачі на зіткнення абсолютно пружних тіл: кінцеві швидкості кульок.

Моделювання зіткнення абсолютно пружних тіл з допомогою комп'ютера дозволяє візуалізувати цей процес, що спрощує сприйняття навчального матеріалу та підвищує інтерес до його вивчення.

ЩОДО ПОЛПШЕННЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

В.В. Борщ, В.Г. Шебітченко, Н.В. Єрмілова
м. Полтава, Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка
rector@pntu.poltava.ua

Проведення практичних та лабораторних занять з електротехнічних дисциплін, курсове і дипломне проектування суттєво залежить від умінь та навичок, одержаних при вивченні на перших курсах фундаментальних дисциплін, зокрема – фізики.

Так, більшість технічних задач і прикладів, що розв'язуються на заняттях з електротехнічних дисциплін, по суті є фізичними задачами з технічним змістом. Ефективність їх розв'язку залежить від ступеня засвоєння методів та правил розв'язування фізичних задач, володіння якими формується на практичних і лабораторних заняттях із фізики.

Широке використання аналітичного, синтетичного й аналітико-синтетичного методів розв'язування задач призвело до вироблення певної послідовності у виконанні етапів розв'язування фізичної задачі, котра значно полегшує її розв'язок, однак, на жаль, часто ігнорується як у школі, так і у ВНЗ.

Основними елементами згаданої послідовності, на думку авторів, є:

- 1) вивчення умови задачі та скорочений запис її з передбаченням запису додаткових даних;
- 2) переведення всіх заданих величин у міжнародну систему одиниць;
- 3) побудова рисунка, схеми або креслення, що істотно полегшує розуміння фізичної суті задачі;
- 4) обмірковування змісту задачі й вияснення її суті, уявлення процесів, які охоплює зміст задачі, та накреслення наближеного шляху розв'язання;
- 5) встановлення закономірностей, за якими протікають процеси і вибір основних співвідношень, що описують їх;
- 6) встановлення кількості невідомих величин і відповідно підбір такої ж кількості незалежних співвідношень для одержан-

ня повної системи рівнянь;

7) розв'язання повної системи рівнянь відносно невідомої величини в загальному вигляді;

8) виділення остаточного результату у вигляді робочої формули;

9) перевірка розмірностей величин, що визначаються робочими формулами;

10) виконання розрахунків.

При розв'язуванні технічних задач і завдань використовуються багато несистемних одиниць вимірювання фізичних величин та табличних даних. Зокрема, широко використовуються такі найменування одиниць вимірювання й характеристик матеріалів, як кілометр, година, кіловат-година, Ом/км тощо. Переведення всіх необхідних величин у SI для розв'язку задачі є трудомістким, сповільнює її розв'язок, зменшує інтерес до процесу творчого пошуку.

Автори пропонують зведення в SI або в іншу систему виконувати при остаточному обрахунку результату, передбачивши запис у вигляді добутку двох складових – числового і найменування. При цьому в другій частині виразу найменування величин зводяться до однієї системи з урахуванням перехідних коефіцієнтів.

ЦІЛІСНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ДИДАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ “КОМПАКТ – ФІЗИКА”

В.М. Брандес, Л.М. Овандер
м. Житомир, Житомирський державний технологічний
університет
ovan@ziet.zhitomir.ua

Мета нашої статті показати, як можливо зробити вивчення фізики у вищому навчальному закладі динамічним, інтенсивним, економічним і, разом з тим, позбавленим фрагментарності; зробити навчання таким, щоб допомогти студенту сформувати цілісну картину теорії.

Автори стверджують, що розповсюджений механізм викладання фізики (і не лише неї) не відповідає закономірностям діяльності мозку людини. Ці закономірності стають зрозумілішими на основі відкриття феномену функціональної асиметрії мозку (ФАМ) людини Річардом Сперрі у 1964 році (Нобелівська премія в області нейрофізіології за 1981 р.).

Спрощено цей феномен можна інтерпретувати так: мозок людини складається з двох півкуль, які працюють за різними стратегіями. Ліва півкуля працює як дискретний комп'ютер, а права – як аналоговий. Ліва півкуля має справу з штучними (артифікованими, абстрагованими) знаками – слово, символ, права – з природними – образами, малюнками. Ліва півкуля – раціонально-логічна, права – інтуїтивно-здогадлива [1, с. 129–134], [2, 3].

Процес мислення згідно ФАМ є обмін інформацією між півкулями [4, с. 234]. Проте, викладацька діяльність адресована переважно до лівої півкулі (є вербальною), чим порушується сам процес мислення. Як студент використовує правопівкульові стратегії, викладачу не відомо. Таким самим недоліком відрізняється й підручник з фізики, де вся інформація хоча й вибудована у логічній послідовності, однак у студента складається цілісна картина знань лише за умови спеціально проробленої для цієї цілі роботи. Наша задача складається в тому, щоб посилити правопівкульові механізми сприйняття інформації, посилити суцільний, образний компонент теоретичного матеріалу.

Наш цілісний підхід у вивченні фізики поєднує вербальні та образні компоненти теорії. Саме це висвітлено у стислому описанні матеріалів за назвою “Компакт – Фізика”, які є складовою частиною навчальної системи “Блок, модель, технологія”.

У основу їх будови та структурування покладено ідеї сучасних психологічних підходів до навчального процесу (гештальтпсихології, нейролінгвістичного програмування, функціональної асиметрії мозку людини) та практика використання даного матеріалу на протязі понад 15 років.

Ми розрізняємо три види аркушів “Компакт – Фізики”:

1. Цілісний блок теорії.
2. Цілісний блок типових розрахункових завдань, які підлягають певному алгоритму розв’язку.
3. Схеми зв’язків фізичних величин, за якими можна швидко простежити логіку розв’язування розрахункових завдань.

“Компакт – Фізика“ містить матеріал, де закладено базову інформацію курсу фізики, яка спрямована на системне формування понятійного апарату фізики. Кожен аркуш складається з 16 карток, де кожна картка є завершеною дозою інформації. До базового матеріалу додаються аркуші з типовими вправами та схемами зв’язків фізичних величин, які значно полегшують навчання студентів у розв’язуванні задач [5].

Матеріал багатофункціональний. Він використовується на будь-якому етапі навчального процесу: ознайомлення з новою системою знань; початкове оволодіння понятійним апаратом; узагальнення та систематизація, організація інтерактивної, групової взаємодії.

Особливості використання “Компакт – Фізики”:

1. Використання матеріалу “Компакт – Фізики“ починається на перших уроках вивчення теми. За одну-дві лекції викладач має можливість розгорнути перед студентами *системну картину теорії*, стисло *розглянути структуру та логіку її побудови*, *ознайомити з основними явищами, термінами, поняттями, якісними та кількісними характеристиками явищ, закономірностями, принципами та ідеями*. Одночасно, у процесі ознайомлення проводиться демонстраційний експеримент, що приводить студентів до подальшого розуміння сутності явища та до способу введення кількісних характеристик.

Таким чином, вже на початку вивчення теми *студенти бачать цілісну картину всього блока знань* (теорії), його *структурні елементи та їх зв'язки*, що прискорює та поглиблює процес *оволодіння учнями базовими поняттями фізики*. Фактично, *узагальнення теорії починається вже на вступі її вивчення*.

2. Викладач знайомить студентів з темою спочатку “в горизонтальній площині”, поверхнево, розглядаючи основні явища, використовуючи мову, що описує явище, *демонструє логіку та принципи побудови моделі явища*, використання явища на практиці.

Безумовно, немає підстави чекати ґрунтовного розуміння основних понять теми вже на перших заняттях. Мета інша – створити в уяві студентів *початковий суцільний образ теми*, а *потім конкретизувати зміст окремих деталей блоку*.

На наступних уроках поглиблюється зміст та сутність явища, мова, якою воно описується. Певна доза інформації фіксується студентами у стислій, економній формі, створюється своєрідна модель знання. За зразок такої моделі може правити картка з блоку теорії, яка є завершеною одиницею знання.

3. *Повторення ведеться на кожному занятті*. Для цього використовуються *всі картки* вже вивченого матеріалу блоку теорії.

Систематичне повернення до попереднього матеріалу на фоні узагальненого образу знань прискорює темп оволодіння базовою інформацією наукових знань приблизно в 1,5 рази.

4. *Неперервність та систематичність повторення перешкоджає забуванню, вимиванню чи розриву інформації блоку знань*. З нейрофізіологічної точки зору опора у навчанні на узагальнений образ мобілізує діяльність обох півкуль мозку. *Досвід показує, що енергетичні витрати на навчання при цьому знижуються приблизно в 2 рази*.

Записи у зошиті, що пов'язано з вивченням теоретичного матеріалу, на заняттях, практично, можна виключити.

5. Процес навчання з використанням дидактичного матеріалу “Компакт – Фізики” має динамічний характер. За його допомогою легко організуються навчальні змагання між групами студентів. Як результат, *використання “Компакт – Фізики” значно підвищує кількість навчальних комунікативних зв'язків між*

студентами.

6. Особливе місце в вивченні фізики посідає розв'язування задач. Безумовно, дії, пов'язані з цією стороною навчання, теж більш успішні, якщо студенти будуть *використовувати узагальнену, орієнтовну основу дії. Такими є аркуші “Блоки розв'язування типових завдань” та “Схеми зв'язків фізичних величин”.*

7. Вивчення теми завершується оглядовою тренувальною роботою (до 30 запитань з усього блоку теорії) на розуміння особливостей вивченого матеріалу теми. Нами допускається використання “Компакт – Фізики” й на контрольних роботах. Вся інформація має бути доступною і відкритою.

8. Після оглядової тренувальної роботи проводиться контрольна робота на розуміння теоретичного матеріалу. І лише після неї ми переходимо до типових прийомів розв'язування стандартних вправ, використовуючи блоки завдань з типовими задачами [6, 7] та схеми зв'язків фізичних величин.

9. Використання блоків тем стає особливо ефективним після вивчення декількох тем. Незначна кількість блоків, компактність та наочність кожного з них дає можливість оперативного відновлення у пам'яті потрібної інформації. Зручність використання блоків тем виявляється під час повторення та при розв'язуванні якісних та проблемних задач. Повторення стає швидким та не викликає зайвої втоми. Розв'язування задач надалі можна вести за декількома темами одночасно з використанням відповідної кількості блоків. У такий спосіб весь час йде мимовільне повторення насиченого інформацією курсу фізики.

Література

1. Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. Асимметрия мозга и асимметрия сознания // Вопросы философии. – 1993. – № 4. – С. 129–134.

2. Деглин В.Л. Лекции по функциональной асимметрии мозга. – Амстердам-Киев: АПУ, 1996.– 151 с.

3. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. – М.: Медицина, 1988. – 288 с.

4. Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. – М.: Смысл; Per Se, 2000.– 685 с.

5. Салмина Н. Г. Виды и функции материализации в обучении. – М.: Изд. МГУ, 1981. – 136 с.

6. Брандес В.М. Интенсифікація процесу розв'язування задач з фізики за допомогою “блоків”. // У зб. “Розв'язування задач з фізики” за ред. Є.В. Коршака. – К., 1989.

7. Брандес В.М. Організація роботи учнів з використанням дидактичного матеріалу узагальнюючого характеру у процесі вивчення курсу фізики в середній школі. // У зб. “Учителі-методисти радять та пропонують” за ред. Є.В. Коршака. – К., 1990.

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ЄДИНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

В.І. Бурак, О.С. Пономаренко
м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний
університет

Теорія електромагнітного поля Максвелла є однією з фундаментальних фізичних теорій, що зумовила подальший бурхливий розвиток фізики як науки, стала основою науково-технічного прогресу і привела до становлення електромагнітної картини світу.

Оскільки шкільний курс фізики має за мету ознайомити учнів з основними фундаментальними законами природи та сформулювати уявлення про науково-природничу картину світу, не викликає сумніву необхідність приділити достатньо уваги вивченню в середній школі як електромагнітних явищ, так і поняття електромагнітного поля (ЕМП). За традиційною методикою поняття ЕМП вводять в старших класах. На першому ступені вивчають лише окремо електричне і магнітне поля, залишаючи поза увагою питання про їхню єдність і про існування єдиного ЕМП. У зв'язку з переходом до 12-річної середньої освіти, курс фізики першого ступеня (7-9 класи) стає пропедевтичним по відношенню до систематичного курсу другого ступеня і базовим та відносно завершеним – для основної школи [1]. Тобто учні основної школи повинні мати цілісне уявлення про основні фізичні явища на доступному для них рівні, що свідчить про доцільність формування в свідомості учнів на якісному рівні поняття ЕМП саме на цьому етапі. Це відповідає основним закономірностям психології розумової діяльності, згідно яких ефективними є змістове узагальнення і формування узагальнених доступних учням розумових дій, знань, умінь, навичок (П.Я. Гальперін, Н.Ф. Галізіна, В.В. Давидов, Д.Б. Ельконін).

Більше того, вивчення поняття єдиного ЕМП, на наш погляд, повинно стати ядром генералізації всього курсу електромагнетизму в основній школі. У зв'язку з цим пропонуємо врахувати орієнтацію на вивчення поняття електромагнітного поля вже в назві розділів електромагнетизму: «Електричні явища і електри-

чне поле»; «Магнітні явища і магнітне поле»; «Явище електромагнітної індукції. Електромагнітне поле», а всі ці розділи структурно об'єднати в частину фізики «Електромагнітні явища. Електромагнітне поле».

Послідовність формування поняття ЕМП може бути наступною. У вступі зазначасмо, що згідно сучасних уявлень існує єдине електромагнітне поле, а електричне і магнітне поля – це два види (два прояви) єдиного ЕМП. Тобто одразу орієнтуємо учнів на досягнення узагальненого уявлення про ЕМП. Це відповідає спіральній побудові курсу фізики [2], коли формування фундаментального поняття можна охарактеризувати як рух по спіралі від центра до периферії, де у центрі знаходиться абстрактно-загальне уявлення даного поняття, а на периферії знаходяться фрагменти, в яких це загальне уявлення конкретизується, збагачується і, тим самим, перетворюється в істинно науково-теоретичне поняття; при русі по спіралі відбувається неодноразове повернення до початкового загального уявлення, з наповненням його новим змістом.

Формування поняття електричного поля (ЕП) можна здійснити шляхом подальшого розвитку традиційних підходів до вивчення електричних явищ. Для цього під час вивчення електризації та електричної взаємодії необхідно розкрити, що електрична взаємодія має характер близькодії, а також ввести учням поняття ліній ЕП, як уявних ліній, вздовж яких діють електричні сили на маленькі позитивні електричні заряди з боку ЕП. Слід експериментально підтвердити характерні випадки для картини ліній ЕП і переконати учнів у тому, що лінії ЕП не замкнуті і, за домовленістю, починаються на позитивних і закінчуються на негативних електрично заряджених частинках. Крім того, необхідно чіткіше наголосувати, що ЕП невіддільне від електричного заряду, що ЕП виявляють за його дією на електрично заряджені частинки чи тіла, а також розглянути один із фундаментальних законів фізики – закон збереження електричного заряду. Для повноти уявлень про ЕП варто переконати учнів, що ЕП має енергію. При вивченні законів постійного струму доцільно чіткіше показати, що електричний струм виникає лише за наявності ЕП та розглянути питання про дію ЕП на живі організми (людину).

Таким чином, учні повинні прийти до узагальнення: **електричне поле** – це один із видів (проявів) електромагнітного поля; електричне поле – це вид матерії, завдяки якому здійснюється електрична взаємодія; ЕП існує навколо електрично заряджених частинок чи тіл; ЕП виявляють за його дією на електрично заряджені частинки чи тіла. Лінії ЕП електричних зарядів починаються на додатних та закінчуються на від’ємних зарядах. ЕП має енергію.

Формування поняття магнітного поля (МП) можна здійснити також шляхом вдосконалення традиційних підходів до вивчення магнітних явищ [3]. Для цього введення поняття МП краще починати на основі взаємодії постійних магнітів, тому що в свідомості учнів магнітні явища, в першу чергу, асоціюються саме з цією взаємодією. Тільки після цього доцільно розглянути фундаментальний дослід Ерстедта і ввести поняття МП як такого, що існує навколо провідників зі струмом, а, отже, і навколо рухомих електричних зарядів. Крім того, необхідно: посилити рівень доказовості при вивченні дії МП на провідник та рамку зі струмом; дати уявлення про природу МП постійних магнітів і магнітні властивості речовини; розглянути дію МП на живі організми (у т.ч. на людину). Для забезпечення повноти уявлень про МП слід вказати на те, що магнітна взаємодія (як і електрична) має характер близькодії та переконати учнів у тому, що МП має енергію.

Остаточно в розділі «Магнітні явища і магнітне поле» учнів слід підвести до такого узагальнення: **магнітне поле** – це один із видів (проявів) електромагнітного поля; МП – це вид матерії, завдяки якому здійснюється магнітна взаємодія; МП існує навколо рухомих електричних зарядів (у тому числі навколо провідників зі струмом і намагнічених тіл); МП виявляють за його дією на рухомі електричні заряди (у тому числі на провідники зі струмом і намагнічені тіла). Лінії МП замкнуті, магнітних зарядів не існує, а полюси МП є умовними. МП має енергію.

Достатню увагу необхідно приділити порівняльній характеристиці електричного і магнітного полів і формуванню початкових уявлень про **відносність електричного та магнітного полів**. Доцільно за допомогою демонстрацій переконати учнів в тому, що оскільки електричний заряд в одній системі відліку може бути нерухомим, а в іншій рухатись, то наявність електри-

чного чи магнітного полів залежить від вибору системи відліку. Це можна зробити за допомогою електрично зарядженого тіла та магнітних стрілочок. МП, яке виникає під час руху зарядженого тіла, виявляє орієнтуючу дію на магнітну стрілочку, що знаходиться в системі відліку, відносно якої заряд рухається. Навпаки, магнітна стрілка, що встановлена в системі, відносно якої заряд знаходиться у спокої, “не відчуває” дії МП, тобто в цій системі відліку МП відсутнє. Тому висновок, що навколо нерухомого електричного заряду існує тільки ЕП, а навколо рухомого – як електричне, так і магнітне поля, бажано поєднати з поняттям відносності полів.

Формування в свідомості учнів достатньо повного уявлення про єдине ЕМП найбільшою мірою відбувається під час вивчення розділу «Явище електромагнітної індукції. Електромагнітне поле». Тому доцільно не лише емпірично розглянути явище електромагнітної індукції, але й глибоко розкрити його фізичну суть. По-перше, пояснюючи явище електромагнітної індукції, слід чітко розрізнити дві різні причини його виникнення.

Перша – це явище виникнення ЕРС індукції на кінцях провідника, який рухається в постійному МП, перетинаючи лінії МП. Пояснюючи цей матеріал, необхідно достатньо висвітлити питання механізму розділення індукованих електричних зарядів та природи ЕП, що існує навколо цих зарядів і за допомогою рисунків показати лінії цього індукованого ЕП. Остаточоно учні мають прийти до висновку: на провідникові, що рухається в постійному магнітному полі, перетинаючи лінії магнітного поля, індукуються додатні й від’ємні електричні заряди (перш за все на краях провідника); під час перерозподілу зарядів по провідникові протікає індукційний електричний струм; навколо індукованих зарядів існує індукване ЕП, лінії якого починаються на додатних і закінчуються на від’ємних зарядах.

Друга причина явища електромагнітної індукції пов’язана з тим, що змінне МП породжує **вихрове індукційне електричне поле**. За допомогою демонстраційних експериментів та рисунків ліній МП спонукаємо учнів помітити, що індукційний струм в замкнутій котушці виникає тільки в тих випадках, коли міняється МП, що пронизує котушку, або коли міняється кількість ліній МП, що пронизують котушку. Розглядаючи це питання, потрібно

більше уваги приділяти вивченню вихрового ЕП. Тобто, слід чітко вказати на те, що індукційний струм у витках котушки виникає саме внаслідок існування вихрового ЕП. Необхідно наголосити на тому, що під час зміни МП виникає вихрове ЕП незалежно від того, чи внесено в дану область простору контур, а струм в контурі лише служить індикатором наявності вихрового ЕП. Разом з учнями приходимо до висновку: за будь-якої зміни величини МП і кількості ліній МП, що пронизують контур, утворений замкнутим провідником, індукується вихрове ЕП, лінії якого є замкнутими, внаслідок чого у даному провідникові виникає індукційний електричний струм, який існує тільки під час цієї зміни.

Підводимо учнів до **узагальнення Максвелла**: змінне МП породжує вихрове ЕП і, навпаки, змінне ЕП породжує МП. Узагальнюємо уявлення учнів про ЕМП і робимо висновок: існує **єдине електромагнітне поле** – вид матерії, завдяки якому здійснюється електромагнітна взаємодія; електричне і магнітне поля – це два види єдиного ЕМП; наявність електричного чи магнітного поля залежить від вибору системи відліку; ЕМП має енергію.

Таким чином, є всі підстави для формування поняття єдиного електромагнітного поля на якісному рівні в основній школі. В повній мірі запропоновані підходи можуть бути реалізованими умовах диференціації навчання для фізико-математичного профілю шляхом оптимального поєднання теоретичного та емпіричного мислення. Для загальноосвітнього базового профілю при вивченні частини навчального матеріалу необхідно в більшій мірі орієнтуватись на емпіричне мислення.

Література

1. Державні стандарти базової і повної середньої освіти // Освіта України. – №1-2 (400), 14 січня 2003. – С. 2-14.
2. Мартинюк М.Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: Автореферат дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 – теорія і методики навчання фізики / НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Київ, 1999. – 34 с.
3. Бурак В.І. Зміст і методика вивчення електромагнітних явищ у восьмому класі в умовах диференціації навчання // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 6. – С. 33–37.

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ФАХІВЦЯМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

В.І. Вайданич, Н.Д. Довга, М.С. Кобринович, Г.М. Пенцак
м. Львів, Український державний лісотехнічний університет

Україна проголосила курс на приєднання до Болонського процесу і європейської освітньої інтеграції. З цією метою здійснюється модернізація освітньої діяльності, проводиться курс на зближення освітніх систем, обсягів і рівнів підготовки, ставиться завдання створення таких можливостей навчання особистості, які б дозволили вільному вибору вищого навчального закладу у відповідності до рівня набутих знань. Потрібно переглянути всі складові підготовки фахівця, в першу чергу фундаментальної підготовки, звісно, викладання і навчання фізики в технічному вищому освітньому закладі. Прогнозування змін, що можуть очікувати фізичні дисципліни, потрібні як з точки зору кваліфікованої реалізації висунутих завдань, так і зменшення до мінімуму можливих негативних наслідків інтеграційних процесів для кафедр фізики вищих технічних і технологічних освітніх закладів.

Обсяги підготовки з фізики. Немає потреби доводити, що фізика має і в майбутньому посідати чільне місце у фундаментальній підготовці фахівців технічних вищих навчальних закладів, в першу чергу технічних і технологічних напрямків і спеціальностей. Вона є базою для успішного засвоєння як фаховоорієнтованих, так і спеціальних дисциплін. Поверхневий огляд навчальних планів багатьох технічних напрямків (спеціальностей) свідчить, що на фізику виділяється 5-8 кредитів, її вивчення триває впродовж 2-3 семестрів і, окрім лекційних, майже 50% занять приходиться на практичні форми. Разом з тим, спостерігається чітка тенденція зменшення кількості годин, що виділяється на вивчення курсу фізики. Так з 270 годин аудиторного (450 загального) навантаження, рекомендованих навчальною програмою методичною радою МОН України для технічних і технологічних спеціальностей, навчальними планами вищих освітніх закладів ледве досягається 170-210 годин [1]. Після введення в дію нормативів МОН про доведення максимального тижневого аудиторного на-

вантаження студента до 30 годин обсяги, відведені на вивчення фізики, зазнали чергової редуції. Чи можливо, щоб курс фізики повернув собі попередні позиції щодо обсягів підготовки в технічному вищому освітньому закладі?

Якщо, з огляду на інтеграційні процеси, порівняти планові обсяги підготовки з фізики (в годинах аудиторних занять, чи кредитах) однойменних або близьких спеціальностей з тими, що діють у вищих освітніх закладах Європи, США та Канади, то не важко переконатися, що в більшості випадків порівняння буде не на нашу користь. Існують спеціальності, де вивчення дисципліни фізики взагалі не передбачено (комп'ютерні науки, лісове господарство, обладнання і бізнесові системи та ін.) в той час, коли в наших планах на вивчення фізики відводиться 6-8 годин тижневого загального навантаження. Це при тому, що за оцінками фахівців вважається, що наш випускник школи володіє більш ґрунтовними фізико-математичними знаннями. Тож логічно, що утримати в подальшому навіть нинішні обсяги вивчення фізики в технічних вищих освітніх закладах повсюдно не вдасться.

Безперечно, що частка годин аудиторного навантаження, яка зазнає скорочення, мабуть, повинна реалізуватися в адекватному збільшенні годин самостійної роботи студента.

Навчальні програми з фізики. Напрями підготовки фахівців з механіки, автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих систем, технології лісозаготівлі і деревообробки, технології переробки рослинної сировини і виробництва паперу, комп'ютерної інженерії належать до технічних і технологічних, для яких передбачена єдина програма з фізики. Коли додати десятки гірничих, металургійних, будівельних, приладобудівних, авіатехнічних і багато інших напрямів, то стає очевидною абсурдність такого підходу. Навчання фізики за єдиною програмою для такого широкого спектру спеціальностей означає нерозуміння задач, які покладаються на фундаментальні дисципліни. Тому формування програм дисциплін найдоцільніше проводити самим вищим освітнім закладам, оскільки тільки ці структури можуть фахово визначити доцільність і необхідність внесення в програму таких положень, і окремих знань, без яких підготовка фахівця відповідного напрямку (спеціальності) може виявитись ущербною. На наше переконання, для кожної спеціальності програму з фізики

доцільно формувати індивідуально. Якщо, наприклад, для прямої технологія лісозаготівлі і деревооброби читається окремо дисципліна гідравліка і гідропривід, то немає необхідності в деталях викладати тему механіка рідин і газів з висновками рівняння нерозривності струменя рідини і законів Паскаля та Бернуллі. Подібні випадки можна віднайти в програмах для кожної спеціальності. Це дає змогу акцентувати увагу на важливих розділах, необхідних фахівцям цього напрямку.

Індивідуалізація програм за спеціальностями дозволяє врахувати специфіку кожної з них і вносити необхідні корективи фізики. Відбувається поглиблений розгляд одних розділів і скорочення інших, адже майбутнім механіка і фахівцям комп'ютерних технологій класичну механіку і сучасну фізику життя примушує подавати в різних співвідношеннях. Підготовка нинішніх фахівців проводиться з розрахунку, що вони зобов'язані здобувати нові знання впродовж усього життя. Тому на початковому етапі становлення фахівця йому даються тільки найбільш необхідні знання, без запасу на майбутнє. Доцільно, в зв'язку з цим, розділити фізику як дисципліну, на окремі курси, наприклад, загальну фізику з вивченням в одному семестрі, механіку, кінетичну теорію газів і термодинаміку, електрику і електромагнетизм, оптику і сучасну фізику, які б вивчалися впродовж кількох семестрів. Можлива інша структура, яка б повніше відповідала вимогам конкретної спеціальності та обсягам (кредитам). Покращить можливість донести до кожного студента, спосіб трансформування фундаментальних знань трансформувати в новітні технології.

Наші студенти за час навчання у вищій школі вивчають у півтора рази більше дисциплін, ніж їх однолітки в європейських країнах. Природно, що створення європейського освітнього простору і практична реалізація Болонської угоди зумовить перехід якщо не до уніфікованих, то до наближених навчальних планів. Індивідуалізація програм з фізики за спеціальностями сприятиме створенню інтегрованих дисциплін чи курсів, які в цьому випадку будуть краще "проглядатися". Наприклад, дисципліну "Електричні властивості матеріалів" доцільно трансформувати в "Електричні і магнітні властивості матеріалів" і читати її в курсі фізики електрики і магнетизму як інтегрований курс. Створення

інтегрованих курсів може виявитись важливим заходом не тільки щодо зменшення кількості дисциплін, але і покращить технологічну структуру навчального процесу і, якоюсь мірою, знівелює можливі втрати обсягів підготовки з фізики.

Активний стиль навчання. Якщо перехід на багаторівневу систему освіти був радше процесом зовнішнього зближення з європейською і світовою освітніми системами, то сучасність і Болонський процес вимагають здійснити перебудову всієї освітньої діяльності, тобто провести внутрішню перебудову на рівні спеціальності: робочих планів, програм, навчальних дисциплін. Остання ланка найскладніша.

Успадкована система освіти продовжує залишатися репродуктивною: читаються лекції, студенти в кращому випадку конспектують, не завжди вдумуючись у зміст, повторюють викладене на семінарах, розв'язують з викладачем на практичних типові задачі, подібні їм задаються для домашнього опрацювання, за начитаним матеріалом складаються тестові та екзаменаційні завдання і екзаменатор радіє, коли студент відтворює його думки. Тому, не дивлячись на вищі обсяги фундаментальної підготовки, колишній Радянський Союз не спричинився до країн-творців нових технологій. Таким чином, не в кількісному вимірі обсягів фундаментальної підготовки повинна йти мова, а в технологічному прикладному характері застосувань фізики як фундаментальної науки.

Навчити студента систематично працювати, здобувати щораз нові знання, сприяти і націлювати на застосуванні фундаментальних знань до творення нових технологій, знаходити оригінальні рішення і мислити нестандартно – головна роль лектора в сучасному навчальному процесі. Лекція, як і в попередні тисячу років, залишається основним засобом передачі знань, методом живого спілкування вчителя і учня. Кожна історична формація і досягнення науково-технічного прогресу та педагогічної науки вносили корективи в стиль і методику викладання з врахуванням розвитку суспільства та технічного прогресу. Сучасна комп'ютерна та оргтехніка дозволяють проводити лекційний курс з використанням найбільш привабливих технічних засобів, що робить навчальний процес живим, а умови – сприятливі для оволодіння новими знаннями. З'явилася можливість видавати

студенту окремий курс лекцій, його частини або окремі лекції, теми чи тези. Студент розкріпачується від бездумного конспектування, засвоюючи тільки нові думки, останні досягнення, які не знайшли місця в виданих текстах, натомість на перший план висувається активізація студента, заохочення до дискусії. Лектор не витрачає час на прості викладки, чи висновки, зате має можливість виконати всю повноту програми, подати найновіші досягнення, невимушено розглянути випадки практичного застосування основних фундаментальних законів, пошуку нових прикладних задач. Активізація студента, ефективне спілкування досягається видачею відксереного роздаткового матеріалу лекції заздалегідь, до проведення лекції, з тим щоб студенти мали змогу детально ознайомитись з новим матеріалом, виявити можливі незрозумілі місця і підготувати запитання. Створюються рівні умови для активної роботи студентів різного рівня підготовки. Як правило, роздатковий матеріал найкраще видавати на попередній лекції. Практика видачі тестів лекцій (тез) з-поміж багатьох причин є важливою тому, що сьогодні все ще недостатньо україномовної літератури або ж вона настільки розмаїта, що її систематизувати студент не в змозі.

Активні лекції, запровадження виконання індивідуальних контрольних робіт [3] з ґрунтовним лабораторним експериментом дозволить вивести фізику, як дисципліну в технічному вищому освітньому закладі на рівень вимог, які висуваються сьогодні і сприятиме освітній інтеграції.

Література

1. Вайданич В.І. Особливості викладання фізики в умовах переходу на багаторівневу підготовку фахівців. // В зб.: "Актуальні проблеми викладання та навчання фізики у вищих освітніх закладах". – Львів: "Ліга-Прес", 1999. – С. 32.

2. Wits Roger. Undergraduate Prospectus University of Aberdeen (England). – Aberdeen, 1990.

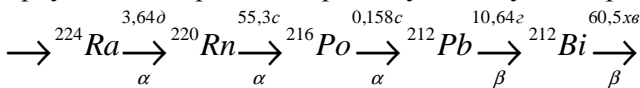
3. Вайданич В.І., Довга Н.Д., Жеребецький С.К., Кобринич М.С., Пенцак Г.М. Сучасні підходи до викладання фізики для деяких технічних спеціальностей ВОЗ. // У зб.: "Теорія і методика навчання математики, фізики, інформатики". – Кривий Ріг, В-во НМетАУ, в. 3., т.2. – С. 40.

РАДІОАКТИВНІСТЬ АЕРОЗОЛІВ

Б.М. Валійов, В.Д. Єгоренков, Ю.О. Ніколенко
м. Харків, Харківський національний університет
ім. В.Н. Каразіна
vladimir.d.yegorenkov@univer.kharkov.ua

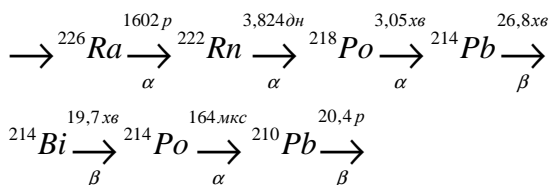
У цій статті мова йтиме про простий, дешевий та безпечний метод дослідження з використанням радіоактивного джерела, отриманого на місці для спостереження закону радіоактивного розпаду. Це можна виконати як в демонстраційному досліді в аудиторії під час лекцій, так і в умовах навчальної лабораторії в лабораторній роботі.

Метод збору ізотопів належить Е. Резерфорду [1], який встановив, що повітря, що пройшло над оксидом торію, набуває властивості робити радіоактивними речовини, з якими воно вступає у контакт, і ця дія значно інтенсифікується, якщо тіла, що оточені таким повітрям, заряджені негативним зарядом. Якщо ж ці тіла заряджені позитивним зарядом, то така інтенсифікація не спостерігається. Як було з'ясовано значно пізніше, повітря в досліді Резерфорда ставало радіоактивним внаслідок присутності ізотопу радону ^{220}Rn та його дочірніх продуктів, що є ланками в ланцюгу, започаткованому ізотопом торію ^{232}Th . Ця ділянка починається з ізотопу радію ^{224}Ra і закінчується ізотопом вісмуту ^{212}Bi (зверху надано період напіврозпаду, а знизу – тип розпаду).



Зазначимо, що і сьогодні такі досліді виконуються з навчальною метою. У роботі [2] автори вивчають дочірні продукти розпаду ядер ізотопу ^{222}Rn , використовуючи як джерело уламки уранової руди. Декілька уламків вміщуються на дно скляної посудини з пробкою, і радон з його дочірніми продуктами повільно накопичується в нижній частині посудини. Час збору складає від десятків до сотень годин. Смуги паперу вміщують всередину посудини, на них адсорбується радон, потім смуги виймають з посудини, і накопичена радіоактивність вимірюється за допомогою лічильника. У цьому випадку радіоактивність повітря визначається наявністю в ньому ізотопу радону ^{222}Rn та його дочірніх

продуктів, але вони входять у інший ланцюг радіоактивних перетворень, що започаткований ізотопом урану ^{238}U . Потрібно нам ділянка ланцюга має такий вигляд



У дійсності немає потреби в урановій руді чи будь-якій іншій спеціальній радіоактивній речовині. Сама природа надає нам джерело радіоактивності у вигляді радіоактивних аерозолів, які буквально всюди, оскільки є наслідком виходу радону із глибин землі. Радіоактивні аерозолі можна збирати безпосередньо з повітря аудиторії чи лабораторії. У роботі [3] автор використовує для збору аерозолів дротину (діаметром 0,6 мм), натягнену горизонтально, до якої прикладено великий негативний електричний потенціал (– 5 кВ). Друга дротина з нульовим потенціалом, натягнена паралельно першій, слугує для створення чітко окресленої конфігурації електричного поля. Цей метод був запропонований ще на зорі вивчення радіоактивності в роботах [4, 5]. Збір займає коло 10 хвилин, після чого напругу відключають, а накопичені аерозолі стирають з дротини папером, змоченим у етиловому спирті. Потім папір слугує джерелом радіоактивності. Недоліком цього методу є необхідність у джерелі високої напруги, яке саме по собі є небезпечним пристроєм. Автори роботи [6] радять скористатись для збору надутою дитячою гумовою кулькою, натертою для набуття електричного заряду. У роботі [7] автор використовує для збору аерозолів пилосос.

Протягом кількох років наші студенти успішно проводять спостереження радіоактивності аерозолів у лабораторії атомної та ядерної фізики фізичного факультету Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (на високому четвертому поверсі) з метою вивчення радіоактивного розпаду. Спочатку вимірюється радіоактивний фон у лабораторії. Для вимірювання фону використовується той самий лічильник, який буде використаний для вимірювання радіоактивності аерозолів. Потім за допомогою звичайної поліетиленової плівки ми збираємо аерозолі (можна використати й інші матеріали, що електризуються нега-

тивно, наприклад, смужку із фторопласту). Плівка довжиною приблизно 0,5 м та шириною 0,05 м розкладається на столі, електризується прогладженням долонею один чи кілька разів, підвішується у приміщенні лабораторії на синтетичній прищепці і збирає аерозолі протягом 10 хвилин. Потім вона намотується безпосередньо на лічильник Гейгера (наприклад, СТС-6), що підключений до електронної вимірювальної системи (цей спосіб зручний для використання в лабораторній роботі). Можна також скласти плівку з накопиченими аерозолями в кілька шарів і прикласти до лічильника радіометра типу “Прип’ять”, чутливого до бета-променів, з якого знято кришку зі свинцем. Потім зразок прикривається свинцевою кришкою для збільшення кількості зареєстрованих імпульсів Цей спосіб дуже зручний для лекційних демонстрацій. Для більшої наочності сигнал з радіометра можна через підсилювач звуку подати на динамік, щоб слухачі почули як імпульси фону, так і імпульси радіоактивних аерозолів. В нашій лекційній аудиторії, що розташована на сьомому поверсі університету, для збору достатньої для демонстраційного досліду кількості аерозолів потрібно 20–30 хвилин. На рис. 1 зображено обладнання, необхідне для лекційного досліду. Воно складається з поліетиленової плівки, яка на фото зображена складеною в кілька разів, штативу для підвішування плівки на час збору та приладу для реєстрації бета- та гамма-випромінювання (на фото це відомий радіометр типу “Прип’ять”).

Для проведення збору аерозолів плівка розгортається, електризується та підвішується на штативі за допомогою прищепки. Глумачення отриманих результатів не є простим, оскільки спостережувана активність є сумою активностей кількох ізотопів із ланцюгів радіоактивних перетворень, започаткованих ізотопами урану ^{238}U та торію ^{232}Th з різними періодами напіврозпаду. Крім того, кількість імпульсів та конкретний хід вимірної кривої залежить від проміжку часу, протягом якого збираються аерозолі та проводяться вимірювання, а також робочого об’єму лічильника.

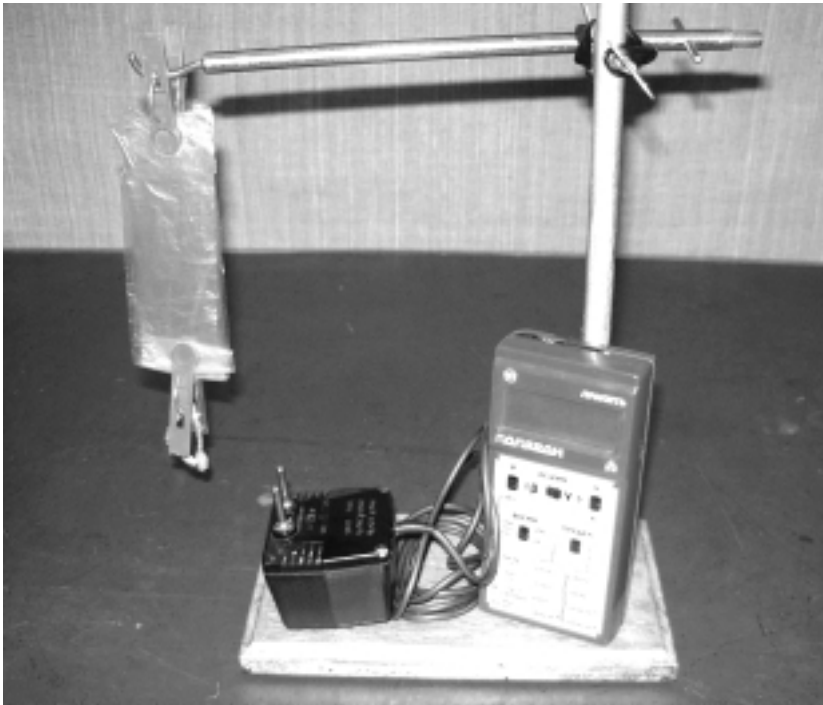


Рис. 1.

Радіоактивність аерозолів визначається адсорбованим на плівці радоном та його дочірніми продуктами. У нашій роботі ми реєструємо бета- та гамма-частинки, тому важливими ділянками ланцюгів радіоактивних перетворень є ряд урану (він відіграє основну роль при спостереженнях протягом десятків хвилин) та ряд торію (він набуває ваги при вимірюваннях, що виконуються протягом декількох годин). Детальні експериментальні дослідження альфа-активності радону та його дочірніх продуктів можна знайти в роботі [2]. На рис. 2 зображено один з експериментальних результатів вимірювання активності, виконаного протягом лабораторної роботи.

Протягом кожних двох хвилин реєструвалась кількість імпульсів, яка відкладалась по осі ординат, а моменти завершення підрахунку відкладались по осі абсцис (в хвилинах). На рис. 2 видно характерне підвищення кількості зареєстрованих імпульсів на початку реєстрації.

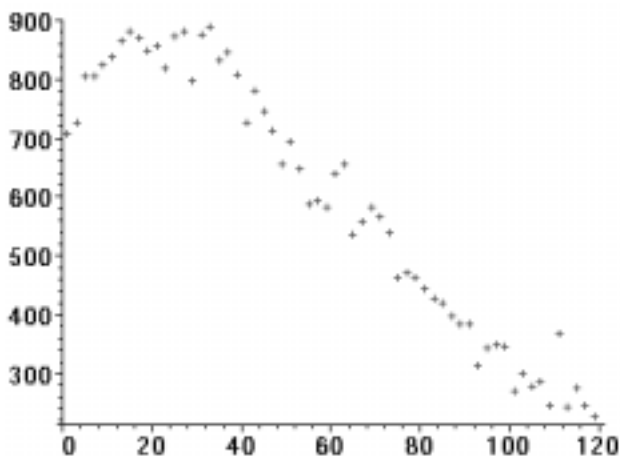


Рис. 2.

Література

1. E. Rutherford. *Phil. Mag.* V. 49 (1900) 1 and 161.
2. Peralta L., T. Paiva and C. Ortigao. Radioactive ^{222}Rn daughter nuclides on a paper strip. *Eur. J. Phys.* 24 (2003) 149–157.
3. Samuelsson L. Radon in dwellings: a high-voltage method for a fast measurement of radon daughter levels. *Eur. J. Phys.* 7 (1986) 170-173.
4. Elster J. and Geitel V.H. *Phys. Z.* 2 (1901) 590.
5. Elster J. and Geitel V.H. *Phys. Z.* 4 (1903) 96, 522.
6. Austen D. and Brouwer W. Radioactive balloons: experiments on radon concentration in schools or homes. *Physics Education*, v. 32, n. 6, 1997, p. 98-100.
7. Сметанин А.С. Мониторинг естественной радиоактивности воздуха с помощью простого учебного оборудования. // Проблемы учебного физического эксперимента. Сборник научных трудов, вып. 12, Москва: ИОСО РАО, 2001. – С. 38-41.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕСТОВОЙ МЕТОДИКИ ПО ФИЗИКЕ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА МОДУЛЬНО-КРЕДИТНУЮ СИСТЕМУ ОБУЧЕНИЯ

М.В. Варминский, Д.А. Воронович, Н.И. Глушенко,
П.А. Комозынский, О.И. Петрова, А.А. Таран
г. Харьков, Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Как известно, Украина имеет намерение присоединиться к Болонскому процессу создания общеевропейского пространства высшего образования [1]. Для этого нашей стране предстоит осуществить ряд мер по модернизации образования, в частности: ввести так называемую кредитную систему учета объема изучаемых дисциплин, внедрить в вузах внутренние системы и механизмы контроля качества учебного процесса. Поэтому разработка эффективных тестовых программных продуктов отвечает новым реальным требованиям развития процесса обучения.

В этой связи на кафедре физики НАУ им. Н.Е. Жуковского, начиная с 2001 года, применяется тестовая проверка знаний студентов при проведении коллоквиумов и зачётов. На данный момент на основе программного продукта HyperTest [2] разработан электронный вариант тестов, которые включают в себя комплекс вопросов и задач.

При разработке электронного варианта тестов использовалось методическое пособие [3], в которое включено около 700 вопросов и задач по всем разделам курса экспериментальной и теоретической физики и разделенное на логически самостоятельные модули. Причем тематическое следование модулей соответствует структуре учебников по физике.

Особенности электронного варианта тестов заключается в следующем:

1. Студент приобретает возможность самостоятельно оценить, как и в каком объеме необходимо изучать курс, оценить затраты времени, а так же проверить уровень своих знаний.

2. Преподаватели получают возможность составлять листы тестовых опросов студентов на коллоквиумах и экзаменационные билеты. Так, благодаря обширной базе вопросов и типовых

задач, можно оперативно, с помощью компьютера, сформировать тесты различной сложности в зависимости от целей и глубины предъявляемых требований в каждом виде контроля.

3. Создаётся возможность обеспечения непрерывного и оперативного контроля знаний студентов в соответствии с требованиями учебных программ.

4. В электронном варианте тестов в ответы включены правильные, но различные формулировки физических законов, определений и т.д. Это активизирует творческую активность студента для доказательства их идентичности и уменьшает вероятность угадывания правильных ответов.

Основными причинами, ограничивающими в настоящее время повсеместное применение обучающих и тестирующих программ, являются:

1. Отсутствие необходимого парка персональных компьютеров в учебных заведениях и, в частности, на общеобразовательных кафедрах и в связи с этим ограниченные временные возможности взаимодействия студентов с компьютером для освоения конкретной учебной программы.

2. Отсутствие самих конкретных обучающих программ и достаточных навыков у студентов первокурсников как пользователей компьютеров.

Для проведения оперативного систематического контроля необходимых знаний студентов с учётом указанных ограничений предлагается тест-экзаменационная методика, с помощью которой на основе уже созданных электронных баз данных тестовых заданий преподаватель программными средствами создает билеты с последующей их распечаткой в текстовом редакторе для соответствующего вида контроля (коллоквиума, зачета, экзамена). Опыт показывает, что, так как тестовый вопрос охватывает небольшой объем изучаемого курса, то оптимальное число вопросов и типовых задач в тест-экзаменационном билете должно быть не менее двадцати, включая две-три задачи. Типичный тест-экзаменационный билет имеет вид:

Экзаменационный билет № 16

4.55. По двум прямым параллельным проводам длиной $l=2,5$ м каждый, находящимся на расстоянии $d=0,2$ м друг от друга, текут токи $I=1$ кА. Вычислить силу взаимодействия токов.

4.56. Укажите выражение для расчета магнитного поля соленоида.

$$1. \vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot \mu}{4 \cdot \pi} \frac{q}{r^3} [\vec{v} \times \vec{r}]. \quad 2. B = \int_1 \frac{\mu_0 \mu I dl \sin \alpha}{4\pi r^2}.$$

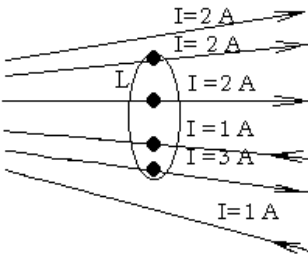
$$3. B = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{q \cdot v \cdot \sin(\vec{v}, \vec{r})}{r^2}. \quad 4. H = \frac{I}{4\pi} \frac{2l}{r_0}.$$

$$5. B = \left(\frac{1}{2}\right) \mu_0 \mu n I (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2).$$

4.60. Укажите силу Лоренца.

$$1. F = k \cdot I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha. \quad 2. B = \frac{dF}{I dl}. \quad 3. \vec{F} = q \cdot [\vec{v} \times \vec{B}].$$

$$4. \vec{F} = q \cdot \vec{E} + q \cdot [\vec{v} \times \vec{B}]. \quad 5. F = \frac{\mu_0 \cdot \mu}{4\pi} \frac{2 \cdot I_1 \cdot I_2}{a}.$$



4.85. Чему равна циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль контура L, охватывающего 4 из 6 проводников с током? Величины и направления токов в проводниках указаны на рисунке.

1. 9 A 2. 4 A 3. 5 A 4. 6 A 5. 7 A.

5.1. Укажите, какой ответ может быть окончанием фразы:
«Волновая оптика изучает

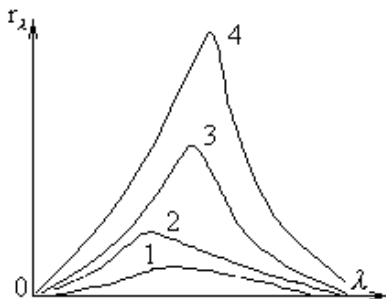
1. ... явления, связанные причиной возникновения электромагнитных волн».
2. ... характер распространения световых волн в пространстве и времени».
3. взаимодействие электромагнитных волн друг с другом».
4. взаимодействие электромагнитных волн со средой, в которой они распространяются».
5. Правильного ответа здесь нет.

5.25. Укажите уравнение плоской электромагнитной волны.

$$1. \vec{E} = \vec{E}_m \cdot \cos(\omega \cdot t - \vec{k} \cdot \vec{x}); \quad \vec{H} = \vec{H}_m \cdot \cos(\omega \cdot t - \vec{k} \cdot \vec{x}).$$

$$2. \xi = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right). \quad 3. x = A \sin \alpha x.$$

4. $x = A \sin(\omega t + \alpha)$. 5. $x = 2A \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t$.



5.119. На рисунке приведены кривые распределения энергии в спектре излучения абсолютно черного тела для четырех температур. Укажите, какие кривые построены неправильно.

5.154. Укажите основные формулы при решении задач по фотоэлектрическому эффекту.

1. Корпускулярно-волновые зависимости $\varepsilon_f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$;

$p_f = \frac{h \cdot \nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$, определяющих энергию и импульс фотона соответственно.

2. Формула Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$ для расчета работы выхода электронов из поверхности металла и определения скорости вылета электронов, под действием света.

3. Закон эффекта Доплера для расчета изменения длины волны, если источник и наблюдатель движутся друг относительно друга в среде, где распространяется волна.

4. Формула эффекта Комптона $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \vartheta)$

для расчета изменения длины волны рентгеновских лучей при их рассеянии на электроны.

5. Так как энергия излучения и поглощения квантов света принимает только дискретные значения использовать зависимости

$$h \cdot \nu = E_m - E_n = \frac{e^4 \cdot m}{8\varepsilon_0^2 \cdot \pi^2 \cdot h^2} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right).$$

6.1. Что подтверждает результат опытов Дэвиссона и Джер-

мера?

1. Волновые свойства света.
2. Волновую природу электрона.
3. Корпускулярные свойства электрона.
4. Квантовый характер поглощения света.
5. Квантовый характер излучения света.

6.2. Укажите формулу коэффициента прозрачности прямоугольного потенциального барьера.

$$1. D = \frac{I_{\text{прох}}}{I_{\text{пад}}}. \quad 2. D = D_0 e^{-\frac{4\pi}{h} \sqrt{2m(U_0 - W)} \cdot L}.$$

$$3. D = D_0 e^{-\frac{4\pi}{h} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{2m(U_0 - W)} dx}. \quad 4. d\sigma = \left(\frac{\beta}{4W} \right) \frac{d\Omega}{\sin^4 \frac{\varphi}{2}}.$$

5. Правильного ответа здесь нет.

6.22. Скорость частицы, которая движется вдоль оси x , определяется с точностью до $\Delta v_x = 1 \frac{cm}{c}$. Оценить неопределенность координаты частицы Δx , если такой частицей являются: а) электрон; б) броуновская частица массой $m = 10^{-16}$ кг; в) дробинка массой $m = 10^{-4}$ кг.

6.24. Какая из перечисленных величин определяет вероятность нахождения микрообъекта в данной точке пространства?

1. Координаты.
2. $|\psi|^2$ – плотность вероятности.
3. Импульс.
4. Координаты и импульс.
5. Правильного ответа здесь нет.

6.25. Что выражает квадрат модуля амплитуды волновой функции $|\psi|^2$?

1. Энергию частицы.
2. Вероятность попадания фотона в данную точку пространства.
3. Амплитуду волн де Бройля для данной частицы.
4. Вероятность нахождения микрообъекта в данной области пространства.

5. Вероятность нахождения микрообъекта где-либо в пространстве.

7.12. Какие силы преобладают при взаимодействии нуклонов в атомном ядре?

1. Электромагнитные.
2. Ядерные.

3. Гравитационные. 4. Слабые.

7.13. Какова природа ядерных сил?

1. Ядерные силы обусловлены взаимодействием нуклонов между собой.

2. Ядерное взаимодействие описывается с помощью поля ядерных сил.

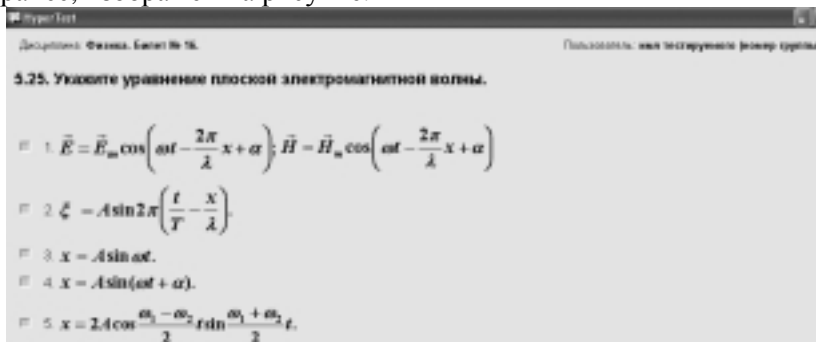
3. Сильное взаимодействие обусловлено тем, что нуклоны виртуально обмениваются частицами, получившими название π -мезонов.

4. Взаимодействие между нуклонами осуществляется через электромагнитное поле.

5. Правильного ответа здесь нет.

Студенты получают билеты и в течение времени 30-40 мин готовят ответы и решают задачи в традиционной форме. Ответы записываются в виде номеров правильных ответов и численных значений задач.

По мере готовности по этому билету студент отвечает тестирующей компьютерной программе, которая представляет собой в нашем случае гипертекстовую программу. Он вводит в компьютер свои ответы по данному экзаменационному билету, который перед этим запускает преподаватель в программном виде. Электронный вариант одного из вопросов по тесту, представленного ранее, изображен на рисунке.



Программа оценивает правильность ответов в любой бальной системе и с указанием процента правильных ответов, например, в четырех бальной: оценка 2 – отвечает меньше 50% правильных ответов; 3 – 50–80%; 4 – 80–90%; 5 – 90–100%.

По окончании тестирования результаты регистрируются, а

оценка с указанием группы, фамилии, имени и отчества тестирующегося, даты сдачи контроля фиксируется компьютером в электронной ведомости для последующей ее распечатки.

Таким образом, достигается то, что

1. Студент готовит ответы в традиционной форме без участия компьютера, который может создавать неуверенность при взаимодействии с ним из-за многообразия сервисных услуг, отвлекающих студента от поставленной цели занятия.

2. Экономится машинное время, так как компьютер задействован тестируемым только на регистрацию ответов тестирующей программе 7–10 мин.

3. Такая форма контроля является открытой, демократичной и дает четкое представление студентам об их уровне знаний по физике и не наносит обучаемому психологической травмы в случае отрицательного результата.

Представленная тест-экзаменационная методика позволяет расширить диапазон применения тестирующих учебных программ для охвата ими академической группы студентов в отведенное учебное время при ограниченном парке персональных компьютеров. Она позволяет преподавателю с помощью одной вычислительной машины принять коллоквиум, зачет у одной академической группы в течение двух часов, которые отводятся на зачет в настоящее время. Так как машина формирует одновременно ведомость группы тестирующихся студентов и она связана сетью с деканатом, то информация в реальном масштабе времени поступает в деканат и записывается в общую групповую ведомость или в личную учебную карточку студента.

Это дает возможность деканату оперативно иметь сведения о результатах коллоквиума или зачета, своевременно контролировать сдачу учебных модулей каждого в отдельности студента, ускорять обратную связь с кафедрой и преподавателями.

Литература

1. <http://www.lib.Kture.kharkov.ua>.
2. <http://hypertest.virtualave.net>
3. Глуценко Н.И., Варминский М.В. Физика. Тесты, задачи и методика решения задач по курсу физики. – Уч.-метод. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т «ХАИ», 2003. – 90 с.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТТЯХ З ФІЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ

С.Ю. Василівський
м. Київ, Європейський університет
S_Vasilevskiy@ukr.net

Вступ

З огляду на високі темпи зростання комп'ютеризації навчального процесу в загальноосвітніх навчальних закладах актуальною стає задача створення відповідного програмного забезпечення курсу фізики у вищій школі.

Розвиток сучасної науки неможливий без всебічного використання комп'ютерних методів обробки інформації. Комп'ютер у навчальному процесі на сьогоднішній день є не тільки об'єктом для вивчення, а і потужним засобом навчання. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі сприяє активізації пізнавального процесу студентів, розвитку їх творчого мислення. Головною метою використання обчислювальної техніки є не тільки вивчення її, а і використання для практичних потреб студента під час навчального процесу з фізики, а саме проведення експериментів і лабораторних робіт.

Невід'ємною частиною курсу фізики є такий вид робіт, як лабораторні та практичні заняття, які допомагають студенту більш глибоко розібратися у природі явища, що ними вивчаються. Обмежені можливості традиційного лабораторного практикуму – складність постановки експерименту, відсутність складного обладнання, доступу до реальних об'єктів дослідження тощо робить необхідним використання під час вивчення курсу фізики комп'ютерних технологій. Вирішити перелічені вище проблеми можна шляхом використання комп'ютерного лабораторного практикуму. За його допомогою можливо змодельовати і достатньо детально вивчити будь які фізичні явища та робота довільних фізичних приладів, при цьому значною мірою підвищується наочність.

Мета дослідження

Нами поставлена задача за допомогою програмного забезпе-

чення курсу фізики, а саме “Фізичний лабораторний практикум”, наблизити умови виконання дослідів до умов реальної фізичної лабораторії. А також показати, що застосування програмних засобів дозволяє інтенсифікувати навчальний процес, а тим самим дає можливість поглибити розуміння студентами фізичних явищ і процесів, що досліджуються ними в ході виконання лабораторних робіт.

Результати дослідження

На кафедрі інформаційних систем та технологій Європейського університету було створено і впроваджено в навчальний процес фізичний лабораторний практикум з елементами комп’ютерних технологій. Даний практикум охоплює розділ фізики “Електрика і магнетизм” і включає в себе наступні роботи:

1. Вивчення принципу дії та основних характеристик електровимірювальних приладів.
2. Дослідження електростатичного поля методом моделювання.
3. Визначення великих та малих опорів за допомогою місткових схем.
4. Визначення електрорушійної сили джерела постійного струму методом компенсації.
5. Визначення залежності ємності конденсаторів від його форми та параметрів діелектрика.
6. Визначення основних характеристик джерела постійного струму.
7. Перевірка законів постійного струму.
8. Дослідження магнітного поля нескінченно довгого соленоїда вздовж його вісі.
9. Визначення горизонтальної складової магнітного поля Землі.
10. Визначення точки Кюрі феромагнетика.
11. Дослідження залежності індуктивності котушки від довжини феромагнітного осердя.
12. Вивчення роботи трансформатора.
13. Вивчення будови та принципу роботи лічильника електричної енергії.
14. Вивчення основних характеристик феромагнітних матеріалів за допомогою осцилографа.

15.Складання гармонічних коливань та градування генератора за фігурами Лісажу.

Кожна робота містить в собі такий матеріал:

- необхідні теоретичні відомості для виконання даної роботи;
- докладну інструкцію для виконання роботи;
- протокол для фіксування отриманих результатів і їх одробки (при необхідності можливо побудувати графік);
- контрольні запитання необхідні для захисту лабораторної роботи;
- тести для перевірки підготовки студентів до виконання лабораторної роботи.

Лабораторні роботи дозволяють досліджувати динаміку процесів і фізичних явищ. Крім того, в лабораторних роботах передбачена можливість зміни параметрів установок для дослідження та числових значень фізичних величин, створює умови для більш глибокого розуміння змісту розглядуваних фізичних явищ.

Програми для лабораторних робіт з електрики і магнетизму побудовані на базі загальнодоступного стимулятора електронних схем електро- і радіотехніки Electronics Workbench V5.12, а також Microsoft Word та Excel. Табличний та текстові редактори використовувались нами для створення можливості доступу студентів до протоколу лабораторної роботи та проведення обчислень.

Сучасному лабораторному практикуму з фізики з урахуванням диференціації навчання повинні бути властиві такі основні дидактичні функції:

- 1) інформаційно-освітня;
- 2) експериментально-пошукова;
- 3) мотиваційно-стимулююча;
- 4) виховна;
- 5) самоосвітня;
- 6) спеціально-політехнічна;
- 7) організаційно-методична;
- 8) системно-інтегруюча.

Під час створення програмного забезпечення виконувались основні дидактичні вимоги щодо педагогічних програмних про-

дуктів:

- науковість змісту;
- доступність;
- адаптивність;
- систематичність і послідовність.

При створенні програмного забезпечення фізичного лабораторного практикуму нами враховувались основні психофізіологічні особливості сприйняття студентами інформації за допомогою електронно-обчислювальної техніки, а саме:

- 1) психологічні вимоги до організації діалогу “комп’ютер–користувач”;
- 2) вимоги до символіки;
- 3) вимоги до просторового розташування інформації на екрані монітора;
- 4) вимоги до яскравих та контрастних характеристик представлення інформації.

Проведений на кафедрі інформаційних систем та технологій експеримент з впровадження комп’ютерного програмного забезпечення фізичного лабораторного практикуму показує, що ефективність засвоєння інформації студентами університету значно підвищується під час комплексного використання комп’ютерного програмного забезпечення із лабораторними роботами, які побудовані на типовому обладнанні.

Висновки

Впровадження в навчальний процес інформаційних технологій робить курс фізики більш привабливим і дозволяє зробити лабораторні заняття динамічними і цікавими.

Продовжуючи подальші дослідження в цьому напрямку, ми плануємо включити у склад програмного забезпечення інші розділи фізики.

Отже, введення у навчальний процес елементів інформаційних технологій призводить до зміни структури навчального матеріалу й організації його засвоєння студентами, що дає можливість:

- 1) підвищити якість, інтенсивність і керованість навчального процесу;
- 2) диференціювати навчальний процес;
- 3) розвивати дослідницькі, творчі навички;

- 4) формувати самостійність виконання навчальних завдань;
- 5) здійснювати контроль за навчанням.

Література

1. Бурсиан Э.В. Задачи по физике для компьютера: Учеб. пособие для студ. физ.-мат. фак. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1991.
2. Бугайов О.І., Коваль В.М. Комп'ютерна підтримка курсу фізики в середній школі: реальність і перспективи // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №3. – с. 17.
3. Сумський В.І. ЕОМ при вивченні фізики: Навч. посібник / За ред. М.І. Шута. – К.: ІЗМН, 1997. – 184 с.
4. Вовкотруб В.П. Ергономічні чинники розвитку навчального фізичного експерименту. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 138-140.
5. Барановський В.М., Василівський С.Ю. Удосконалення проведення лабораторного фізичного практикуму з механіки за допомогою програмних продуктів. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 134-136.
6. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М. Программно-лабораторный комплекс как вид программированного обучения. // Теорія і методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Вид. відділ НацМетАУ. – Т. 2, 2002. – С. 89-94.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

І.С. Войтович^α, Ю.М. Галатюк^β

м. Рівне, Рівненський державний гуманітарний університет

^α igor_voitovich@ukr.net

^β halatiyk_y@ukr.net

Використання комп'ютерної техніки набуває зараз загальнодержавного значення і одне з найважливіших завдань сучасної вищої школи – забезпечити оволодіння знань про комп'ютери та інформаційні технології і навичок роботи з ними. Однак слід пам'ятати, що комп'ютер – не лише об'єкт вивчення, але й засіб навчання і з ним пов'язані надії на підвищення ефективності навчального процесу – адже ще ніколи вчитель не отримував такого потужного і багатофункціонального засобу навчання. Саме тому слід забезпечити якісну та професійну підготовку майбутніх учителів до роботи з сучасними комп'ютерами та технологіями.

В наш час чітко проявляється тенденція розглядати комп'ютеризацію навчання з позиції ефективного використання тих функцій діяльності, які передаються комп'ютеру:

– *широкі можливості подачі навчальної інформації* (набагато більше можливостей порівняно з кіно, телебаченням та іншими технічними засобами навчання). Застосування кольору, об'ємної графіки, мультиплікації, звуку дозволяє відтворювати реальну чи уявну обстановку;

– *посилення мотивації навчання* (сама робота з комп'ютером та зручний темп засвоєння знань та виконання завдань). Крім того, комп'ютер дозволяє подолати одну з основних причин негативного відношення до навчання – невдачі, зумовлені нерозумінням суті проблеми, значними пробілами в знаннях. Працюючи за комп'ютером, учень отримує можливість довести розв'язок будь-якої задачі до кінця, оскільки йому надається та допомога, якої він потребує, а якщо використовуються більш ефективні навчаючі системи, то йому навіть може пояснюватись рішення. Що стосується цікавості факту самої роботи, то можли-

вості комп'ютерів тут ще ширші, однак слід бути обачними, щоб ця цікавість не стала превалюючим фактором у використанні комп'ютерів і не відсунула на задній план основні цілі навчання;

– *активне включення усіх учнів в навчальний процес.* При використанні традиційної форми уроку не всім педагогам вдавалося досягти абсолютної участі всіх учнів в активній роботі на уроці, адже одні не розуміють і їм не цікаво, другі вже знають, про що йтиме мова, треті – відвернули увагу на щось інше. Першою ластівкою тут стало програмоване навчання, яке реалізовувалось ще без сучасних ЕОМ, але й передбачало їх використання. Проте програмоване і комп'ютеризоване навчання мають ряд відмінностей. Якщо при програмованому навчанні використовується покадрова розбивка матеріалу (фрагмент тексту, завдання по фрагменті), то комп'ютер дозволяє значно змінити управління навчальною діяльністю, моделюючи якусь ситуацію чи пропонуючи учням змінювати спосіб подання навчального матеріалу чи метод розв'язування задачі;

– *розширюються набори застосовуваних завдань.* Мається на увазі не лише велику більшу кількість завдань, розподілених по рівням, а і велику кількість можливих варіантів розв'язку цих задач та ситуацій. Широкі можливості розкриваються в зв'язку з освоєнням учнями мов програмування. Тоді за допомогою комп'ютера вони можуть змодельовати умову задачі і перекласти її на машинну мову для того, щоб її розв'язав комп'ютер. Це, звичайно, передбачає глибоке розуміння умов задачі та методів її розв'язку;

– *якісне поліпшення контролю за навчальними досягненнями учнів із врахуванням темпів засвоєння навчальної інформації.* Комп'ютер дозволяє дуже швидко перевіряти всі відповіді до задач, і в багатьох випадках не лише фіксувати помилку, але й визначати її характер та можливі причини. Діапазон засобів керування навчальним процесом за допомогою комп'ютера досить широкий: від можливості учня самому задати запитання до вибору оптимальної для кожного учня стратегії навчання, що включає рівень викладання, ступінь складності задач та допомоги при розв'язуванні;

– *забезпечення зворотної реакції на дії учня.* Перш за все комп'ютер дозволяє учням наочно показати результат їхніх дій в

графічному, табличному чи іншому вигляді.

Поряд з перевагами варто відзначити і ряд проблем, що несе нам вік глобальної комп'ютеризації, особливо, в освіті. На даний час гостро стоять проблеми:

- створити україномовні електронні посібники з навчальних предметів;
- привести існуючі комп'ютерні навчальні, контролюючі та навчально-контролюючі програми у відповідність до навчальних програм з предметів та створити нові;
- забезпечити дотримання авторських прав на комп'ютерні програми та посібники;
- розробити методику використання комп'ютерної техніки у вивченні дисциплін;
- підготувати вчителів та викладачів до роботи з комп'ютерною технікою;
- забезпечити підготовку учнів та студентів (на рівні користувачів) до роботи з комп'ютерною технікою;
- врахувати вікові та фізіологічні особливості учнів і т.п.

Особливої уваги вимагає проблема створення комп'ютерних навчальних курсів з фізики.

Сучасний комп'ютерний навчальний курс (КНК) – це цілісна дидактична система, заснована на використанні комп'ютерних технологій і засобів Internet, що ставить метою забезпечити навчання студентів по індивідуальних і оптимальних навчальних програмах з керуванням процесом навчання. До числа істотних відмінностей електронного курсу від традиційних ми відносимо:

1) закладену в зміст підручника специфічну систему керування процесом навчання, що включають засоби нелінійного структурування й оптимізації навчального матеріалу, засоби діагностики і корекції знань, розгалужену мережу зворотного зв'язку і т.п.;

2) словесні методи, що дозволяють значно прискорити пізнавальні процеси;

3) графічні засоби, що забезпечують процесу навчання високий рівень наочності;

4) засоби мультимедіа, що дозволяють організувати віртуальний лабораторний практикум.

3 метою вдосконалення навчального процесу

комп'ютерними навчальними курсами та ознайомленням з ними широкого кола вчителів та студентів в нашому університеті впроваджено навчальну дисципліну “Методика використання комп'ютерної техніки в навчанні шкільних предметів”, що читається авторами на 4-их курсах всіх спеціальностей.

ПРОГРАМА КУРСУ

“Методика використання комп'ютерної техніки
в навчанні фізики”

Лекційні заняття

Тема 1. Особливості застосування ПК в навчанні фізики

1. Санітарно-гігієнічні норми застосування ПК в різних вікових категоріях учнів.
2. Психолого-педагогічні передумови застосування ПК в навчанні фізики
3. Конфігурація ПК для забезпечення навчального процесу.
4. Проблема ліцензійного програмного забезпечення.
5. Техніка безпеки при роботі з ПК.

Тема 2. Методика використання інформаційних функцій ПК.

1. Інформація, її кодування, носії інформації.
2. Запис і відтворення інформації
3. Архівація даних.
4. Інформаційні мережі. Електронна пошта.
5. Проблема захисту інформації.

Тема 3. Розвиток комп'ютеризації навчання.

1. Роль ПК у навчальній діяльності
2. Методика використання навчальних програм з фізики.
3. Розробка навчально-контролюючих і контролюючих програм з фізики.
4. Методика створення і застосування CD–репетиторів з фізики.

Тема 4. Дидактичні можливості ПК у навчанні фізики.

1. Методика використання ПК для демонстрації відео, звуку, картинок.
2. Організація роботи комп'ютерного класу.
3. Методика керування навчальною діяльністю учнів за допомогою ПК в комп'ютерному класі.
4. Методика організації контролю з використанням ПК.

Практичні заняття

Тема 1. Методика ефективного використання ПК

1. Методика вводу і виводу інформації.
2. Методика організації роботи з структурними одиницями ПК.
3. Методика використання допоміжного обладнання ПК.
4. Методика використання комп'ютерних програм.
5. Налаштування роботи та обслуговування ПК.

Тема 2. Методика використання прикладних програм у навчанні фізики

1. Методика використання текстового редактора в навчанні:
 - 1.1. обробка текстової інформації;
 - 1.2. вставка формул, малюнків, таблиць.
2. Методика використання електронних таблиць в навчанні:
 - 2.1. створення електронних таблиць;
 - 2.2. виконання математичних операцій;
 - 2.3. побудова графіків.
3. Методика створення і використання баз даних:
 - 3.1. в школі;
 - 3.2. на робочому місці вчителя.
4. Методика створення графічних засобів подання інформації.

Тема 3. Обробка інформації

1. Методи введення інформації в комп'ютер:
 - 1.1. тексту;
 - 1.2. малюнків;
 - 1.3. звуку;
 - 1.4. відео.
2. Методика використання інформаційних мереж:
 - 2.1. локальні мережі;
 - 2.2. глобальні мережі;
 - 2.3. доступ до web-сторінок;
 - 2.4. електронне листування.
3. Методи захисту інформації:
 - 3.1. від випадкового та умисного знищення;
 - 3.2. від потрапляння вірусу;
 - 3.3. авторське право.
4. Методика оптимізації обробки інформації.

- 4.1. Створення розгалуженої системи каталогів.
- 4.2. Архівація даних.
- 4.3. Створення резервних копій.
- 4.4. Відтворення інформації.

Тема 4. Створення навчально-контролюючих програм з фізики

1. Методика створення навчальних, навчально-контролюючих, контролюючих програм з використанням мов програмування та редакторів.

Тема 5. Використання дидактичних можливостей ПК у навчанні фізики.

1. Проектування і верстка навчальних посібників, роздаткового матеріалу, оголошень, презентацій і т.д.

2. Методика використання дидактичних можливостей ПК відповідно до специфіки фізики.

Авторську програму з цього курсу складено на основі аналізу літературних джерел, практики підготовки студентів, а також узагальнення власного досвіду роботи з учнями шкіл та студентами. Викладання практикуму здійснюється на основі широкого використання міжпредметних зв'язків з курсами “ІТ та СТЗН”, “Комп’ютерні технології в освіті”, “Основи інформатики”.

Завдання дисципліни, її місце у підготовці майбутнього вчителя визначаються наступними цілями:

1. Ознайомити студентів з основними теоретичними питаннями методики використання комп’ютерної техніки в навчальному процесі з фізики.

2. Ознайомити майбутніх учителів з роллю і місцем комп’ютерної техніки в шкільному курсі фізики.

3. Навчити студентів ефективно застосовувати комп’ютерну техніку в навчальному процесі.

4. Сформувати вміння і навички роботи з сучасними персональними комп’ютерами та програмним забезпеченням до них.

5. Ознайомити з методикою організації активної діяльності учнів при використанні комп’ютерної техніки.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИКИ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

В.В. Волчанський^α, З.Ю. Філер^β

^α м. Кіровоград, Державна льотна академія України

^β м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний
університет

^α volyaб@yandex.ru

^β filer@kw.ukrtel.net

Численні дослідження в області міжпредметних зв'язків та викладання предметів спрямовані на підвищення ефективності існуючих методик. Ці дослідження, як правило, спираються на особистий викладацький досвід та теоретичний аналіз існуючих методик, змісту відповідних дисциплін, на узагальнення, та інші методи, які великою мірою підпадають під вплив суб'єктивних факторів.

На наш погляд, саме значна різниця частки впливу суб'єктивності на результати фундаментальних та науково-педагогічних досліджень і призводить до відомого феномену їх неприйняття викладачами вищої школи [1].

Уточнення моделей фундаментальної науки виконується в тому разі, якщо передбачені ними результати достовірно не збігаються з експериментальними даними.

Нові методики викладання, на жаль, не мають засобів кількісного передбачення результатів їх застосування. Ефект завжди очікується максимальний. У дійсності ж, за відсутності моделі результатів, він має бути близьким до нульового, бо збалансувати таку теорію можна лише методом численних експериментів. Практично, ефективність нових методик виявляється відмінною від нуля завдяки особистій педагогічній інтуїції, підсвідомому передбаченню результатів дослідником. Але для одержання науково достовірних методик цього недостатньо.

Одним із найяскравіших прикладів недостатності суб'єктивної оцінки очікуваних результатів застосування методики можуть бути методи чисельного підтвердження її ефективності. Важко собі уявити результати роботи авіаконструкторів, що проектують літак, користуючись загальними положеннями

фізики, а результат передбачають методом експертних оцінок, чи експерименту.

Ще одним недоліком відсутності передбачуваного кількісного результату в дидактиці є крайня недостовірність оцінки ефективності методик. Статистичні методи обробки результатів дають нам певну міру їх надійності, проте без урахування суб'єктивного фактора. Але ж дослідник найбільш зацікавлений у високих значеннях результатів своїх досліджень! Отже, отримуємо завжди високі (інколи не виправдано високі) показники ефективності методик.

Якщо для фундаментальних досліджень перевірка результатів виправдана, то в дидактиці така перевірка не призводить до уточнення, а лише до переоцінки якостей окремих методик.

Отже, дидактика вимагає теорій, здатних передбачати результат застосування методик. Основний метод, який дозволяє відслідковувати всі наслідки дії певних законів, постулатів та умов – математичний. Значить, повинно з'являтися все більше математичних дидактичних моделей.

Проблема передбачення ефективності методики має три напрямки: а) критерії оцінки ефективності; б) фактори, що впливають на ефективність; в) математичне моделювання впливу методики на студентів (учнів, курсантів).

Проблема критеріїв оцінки розглянута в кількох сучасних фундаментальних дослідженнях. Створюючи основи нової дидактики вищої школи, Г.А. Атанов підкреслює, що реалізація діяльнісного підходу вимагає створення та постійного доповнення “поточних моделей учня” [1, с. 206].

Їх статистичне узагальнення дозволяє оцінити якості відповідних методик. Ці моделі складаються з фіксуючих та імітаційних [1, с. 206]. Перші містять критерії оцінки ефективності відповідних методик: скалярну (інтегровану оцінку), оверлейну (векторну та сітьову) і генетичний граф. Другий тип моделей є передбаченням, теоретичним значенням цієї ефективності.

Приклад застосування математичного методу для оцінки ефективності методик можна бачити в методах оцінки ефективності тестових завдань [1, с. 233].

Переваги діяльнісного підходу з успіхом застосував В.П. Сергієнко, запропонувавши методи оцінки знань, умінь та

навичок (ЗУН) студентів при виконанні робіт лабораторного практикуму [2]. Його оцінку також можна використати в якості критеріїв ефективності. В роботі (як і в роботі [1]) використано імітаційну модель учня. Дана модель була створена методом експертних оцінок і не має ніякого відношення до якоїсь конкретної методики.

Застосовувати, крім предметної оцінки, ще й оцінку психофізіологічного стану курсантів (нервової та емоційної напруженості) під час розв'язання ними навчальних задач запропонував проф. Р.М. Макаров. В його роботі представлено також математичну модель для передбачення напруженості педагогічного процесу [3, с. 84]:

$$H=I \cdot K_c \cdot K_n \cdot K_o \quad (1)$$

де I – обсяг матеріалу, що вивчається; K_c – коефіцієнт відносної складності дисципліни; K_n – коефіцієнт новизни матеріалу, що вивчається; K_o – коефіцієнт відносної нервово-емоційної віддачі.

Вимірювалися ці коефіцієнти методом експертних оцінок [3].

Значно досконалішими є моделі інженерної психології, які моделюють інформаційну взаємодію в системі оператор-машина [4].

Проблема моделювання ефективності застосування окремої методики в цілому залишається нерозв'язаною. Для створення імітаційної моделі учня автори не використовують властивості методики. В той же час модель, запропонована Р.М. Макаровим, яка враховує властивості методики, не претендує на інтегровану оцінку ефективності методики.

На першому етапі узагальнення можна запропонувати математичну модель оцінки ефективності окремої методики (на прикладі методики вивчення фізики), яка б відповідала науковим вимогам та була зручна в користуванні. Розшифровці піддамо окремий фактор моделі – використання математики при вивченні фізики.

“Ефективний” – означає: той, “який приводить до потрібних результатів”. Такими результатами для сучасної дидактики є досягнення якомога більшої відповідності поточної моделі учня його нормативній моделі.

Дидактичну систему дослідники відносять до числа складно

детермінованих імовірнісних систем [5]. Тому ефективністю (effectation) методики вивчення предмета можна назвати ймовірність досягнення за її допомогою очікуваного результату – відповідності поточної та нормативної моделей учня.

При побудові моделі вважатимемо взаємозв'язки між факторами несуттєвими. Це не відповідає реальній педагогічній діяльності; як уже зазначалось, вона є системою. Проте, в кількісному відношенні, цього можна досягти за допомогою подвійного врахування впливу деяких факторів та аргументів. Подібний прийом досить давно застосовується в моделюванні людської поведінки, наприклад в економетрії (багатофакторна регресійна модель).

Враховуючи необхідність одночасної дії всіх факторів ефективності, застосуємо теорему множення ймовірностей.

Це значення відчуває негативного впливу неефективного функціонування окремих його факторів. Частку цього впливу η_i визначаємо методом експертних оцінок і враховуємо саме як вплив на неефективність дії факторів.

Таким чином, загальний вираз оцінки ефективності методики набуває виду:

$$E=(1-\eta_1(1-e_1))(1-\eta_2(1-e_2))\dots(1-\eta_n(1-e_n)) \quad (2)$$

де e_n – значення n -го фактора ефективності методики E ; η_n – відносна вага впливу n -го фактора на загальну ефективність методики E .

За великих відхилень e_i від середнього значення вага впливу η_i може виявитись суттєвою. Це вимагатиме додаткових досліджень.

Для порівняння ефективності методик, в яких досліджені різні властивості (наприклад, в одній міжпредметні зв'язки, а в іншій – методика демонстраційного експерименту), слід привести їх до однакового рівня оцінки. Щоб не проводити довизначення впливу, можна для наближеного порівняння ефективності надати неоціненим факторам найімовірнішого значення $e_i=a$.

Фактор ефективності e_i є значенням ефективності певної якості методики. Наприклад, якщо методика вивчення фізики має значення ефективності E , то e_i може означати ефективність навчального експерименту, або використання математичного методу і т.п.

Значення кожного з факторів ефективності можна предста-

вити у вигляді виразу від аргументу.

Перелік аргументів ефективності методики e_i так само знаходимо методом експертних оцінок. Цим же методом, або експериментально можна визначити частку впливу α_k кожного аргументу. Нами проводиться експертна оцінка значень коефіцієнтів α_k для визначення ефективності e_i методики використання математики при вивченні фізики. В таблиці наведено їх оціночні значення.

Табл. 1
Значення частки впливу α_k аргументів на ефективність e_i використання математики при вивченні фізики

№	Аргументи ефективності методики	α_k
1	Новизна математичного методу	0,12
2	Ступінь залучення методу до розв'язання задач фізики та спеціальності	0,17
3	Ступінь взаємовідповідності моделей математики та фізики	0,15
4	Рівень складності математичного апарату	0,09
5	Ступінь відповідності математичного змісту лекцій та задач	0,16
6	Чуттєва обґрунтованість методу математики (експеримент, уявний експеримент)	0,12
7	Формальна обґрунтованість методу математики (введення формул)	0,12
8	Інтенсивність методики (по відношенню до навчальної програми)	0,1
9	Інші аргументи	0,03

Діяльнісний підхід передбачає насамперед спрямованість кожного елемента дидактики на майбутню професійну діяльність, тому залучення (involve) методу математики, чи його окремих компонентів до розв'язання певних класів задач із фізики та спеціальності можна вважати першим наближенням значення ефективності відповідної методики.

Ще одною особливістю даного підходу в дидактиці є аналіз методик аж до рівня окремих дій, тому для представлення даних доведеться використовувати методи лінійної алгебри. Особливо

це необхідно для відображення ефективності методик здійснення міжпредметних зв'язків, де кожен метод може бути пов'язаний з кількома задачами і навпаки.

Наприклад, аргумент “залучення”, що як і решта аргументів є ймовірнісною величиною, будемо розглядати як ймовірність під час професійної діяльності натрапити на задачу класу t , для розв'язання якої за даних умов зручно використати метод f . Для зручності в першому наближенні за професійну діяльність можна прийняти розв'язування задач із профорієнтованих дисциплін.

Розподіл ймовірності величини “залучення” є неперервним, бо задачі спецпредметів можуть неперервно відрізнятись умовами.

Таким чином, для нашого випадку, “залучення” можна записати за допомогою двох матриць, одна з яких відслідковує використання методу математики (його елементів) при розв'язанні задач з фізики, а інша – із спеціальності. Кожен елемент такої матриці є функцією частоти розв'язання даного класу задач із використанням даного елемента методу. Перемноживши таку матрицю (для фізики, див. формулу 3) на скаляризуючі вектори (\bar{s} та \bar{z}), отримаємо числове значення “залучення” даного методу в його компонентах:

$$I_{rp}^{mp} = \begin{bmatrix} i_{11} & \dots & i_{1z} \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & i_{sz-1} & i_{sz} \end{bmatrix}; \bar{s}_i = \frac{1}{\rho_s}(1, 1, \dots, 1); \bar{z}_i = \frac{1}{\rho_z}(1, 1, \dots, 1), \quad (3)$$

де ρ – максимальне значення балу відповідності умов задач математики та фізики; s та z – кількості рядків та стовпчиків матриці.

Подібним чином можна визначити значення залучення окремих методів математики для розв'язання тих же задач із фізики, елементами такої матриці будуть величини I_{rp}^{mp} .

Щоб знайти ймовірність того, що задача класу t розв'язуватиметься і у фізиці, і в спецпредметах методом f , слід знайти добуток матриці I_{rp}^{mp} та транспонованої I_{rp}^{ms*} .

Подібним чином оцінюємо “ступінь відповідності” моделей математики та фізики, незважаючи на те, що вплив цього фактора був частково оцінений у значенні i .

З використанням матриць слід оцінити також вплив факторів “обґрунтованість” (grounded). Якщо оцінка відповідності моделей відповідає в першу чергу принципу доступності в дидактиці, то оцінка даного аргументу пов’язана з принципами науковості та наочності. Дослідники-методисти неодноразово підкреслювали необхідність встановлення взаємозв’язків між елементами, що вивчаються та обґрунтованими, підтвердженими елементами [1, 5].

Чуттєва обґрунтованість дозволяє оцінити те, наскільки методика спирається на спостереження чи експеримент, або на ілюстрацію чи уявний експеримент, тобто, наскільки вона пов’язана з конкретними (неабстрактними) задачами. Те, який вклад вносить фактор у величину цього аргументу, визначаємо методом експертних оцінок чи експериментально.

Врахування новизни (novelty) методу математики для його застосування у розв’язанні задач пов’язане з плануванням навчання. Дія цього фактора залежить, насамперед від законів, які вивчає психологія вчення. Згідно з дослідженнями у цій галузі, емпіричні значення ймовірності набуття навичок розташовані на лінії близькій до прямої [6]. Процес утрати навичок оцінюється вченими як близький до експоненціального закону [6, 7], але при певному числі повторень, він містить локальний максимум [7].

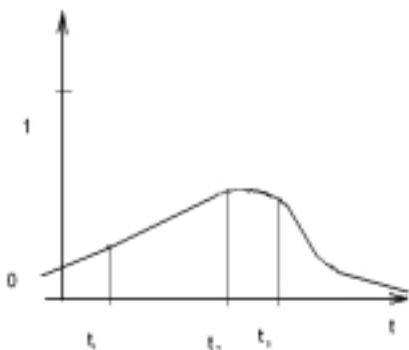


Рис. 1. Гіпотетичний розподіл імовірності реалізації та засвоєння навичок та знань за часом

Таким чином, спробувавши поєднати етапи отримання та втрати ЗУН, отримуємо криву залежності імовірності відтворен-

ня знань та реалізації навичок від часу проведення контрольних вимірювань (рис. 1). За точку $t_0=0$ обрано момент початку вивчення теорії відповідного методу. Ділянка $(-\infty; t_0)$ свідчить про існування базових, пропедевтичних та випадкових ЗУН. Час засвоєння навичок (t_1, t_2) . Ділянка (t_2, t_3) відповідає часу повторення та використання ЗУН. З моменту останнього застосування методу в повному обсязі розпочинається інтенсивний процес забування – утрати ЗУН.

Інтенсивні повторення ЗУН призводять до розширення зони (t_2, t_3) та згладження кривої [7]. Невпинний процес реалізації знань, на думку багатьох психологів, викликає видовження зони (t_1, t_2) та піднесення локального максимуму [7].

Для моделювання процесу набуття та втрати ЗУН, важливо визначити положення точок t_1, t_2, t_3 . Довжини проміжків знаходять експериментально і вважають залежними від обсягу інформації. Дана залежність має експоненціальний характер [7].

Ефективне розміщення слід виконувати методом математичного програмування. Реалізувати задачу оптимізації навчальних програм із фізики та математики можна в середовищі електронних таблиць.

Література

1. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: ДООУ, 2002. – 503 с.
2. Сергієнко В.П. Оптимізація лабораторного практикуму з курсу загальної фізики у пед. інститутах (на прикладі розділу “Молекулярна фізика. Вступ до термодинаміки”): Дис. ... канд. пед. наук: 10.00.02 / Київський державний пед. університет ім. М.П. Драгоманова. – К., 1993. – 188 с.
3. Макаров Р.Н. Человеческий фактор. Авиационная психология и педагогика. Справочник. – М.: МАПЧАК, 2002. – 489 с.
4. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника. – М.: Машиностр., 1983. – 262 с.
5. Грудёнов Я.И. Совершенствование методики работы учителя математики: Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.
6. Гиппенрейтер Ю.Б. Психология памяти. – М.: ЧеРо, 2000. – 813 с.
7. Атkinson Р. Человеческая память и процесс обучения. – М.: Прогресс, 1980. – 528 с.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

В.Т. Вышинский, С.Р. Рахманов, С.Г. Сподин
г. Днепропетровск, Национальная металлургическая академия
Украины

Повышающийся спрос на дистанционное обучение в области технических и научных дисциплин обуславливается не только заинтересованностью руководства производственных и исследовательских корпораций в повышении квалификации своих сотрудников без отрыва от производства, но и постоянно растущей стоимостью высшего образования, что вынуждает и студентов дневных отделений искать себе работу на неполный рабочий день. Это приводит к тому, что обучение всё чаще переходит в онлайн-вариант.

В отличие от гуманитарного, инженерное образование имеет специфические особенности, связанные с необходимостью проведения практических занятий. В силу этого современные электронные учебники в качестве неотъемлемой части содержат лабораторные практикумы, задачей которых является с минимальными затратами помочь студенту и преподавателю убедиться в полноценности полученных знаний. Наибольшей привлекательностью обладают программные продукты, содержащие текстовый, математический и графический процессоры.

Рассмотрим одну из лабораторных работ, выполняемых при изучении раздела «Статика». Условие решаемой задачи приведено в сборнике заданий [1], широко известном и повсеместно используемом при изучении курса «Теоретическая механика». Ниже приводятся фрагменты решения задачи по определению реакций опор твёрдого тела с использованием методических разработок, выполненных на кафедрах «Теоретическая механика» НТУ «ХПИ» [2] и НМетАУ [3].

Исходные данные. Найти реакции опор конструкции, представляющей собой вертикально установленный в подшипниковых узлах А и В вал, вес которого G . На верхний диск радиусом R намотан трос, переброшенный через блок С, на конце которого закреплён груз P . Нижний диск, радиус которого r , с помощью

клиноременной передачи связан с приводным двигателем. Натяжение ведущей ветви T вдвое больше натяжения t ведомой. Конструктивные характеристики клиноременной передачи таковы, что направление ведомой ветви составляет угол α с направлением ведущей. Направление ведущей ветви клиноременной передачи параллельно направлению оси участка троса, соединяющего верхний диск с блоком C .

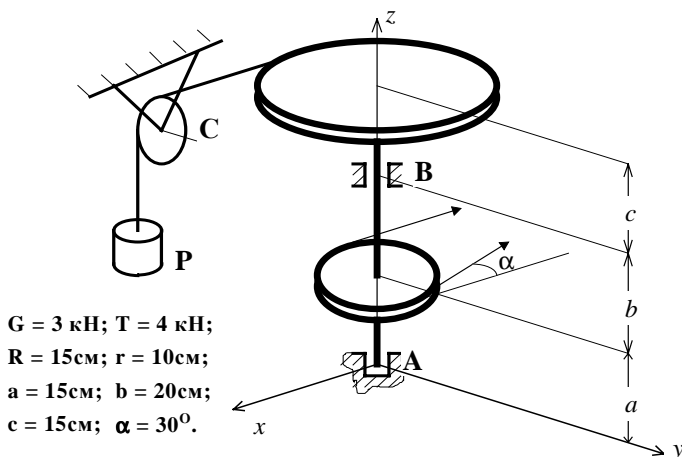


Рис. 1. Общий вид и исходные данные исследуемой конструкции

Изображение действующих сил. Для определения реакций подшипниковых узлов конструкции рассмотрим равновесие системы “вал – верхний диск – нижний диск”. Эта система рассматривается как абсолютно твёрдое тело (АТТ), к которому приложены заданные силы и реакции связей. К рассматриваемому АТТ приложены: известные силы G , T , t и неизвестные силы P , R_a и R_b . Если направления и точки приложения сил G , T , t и P известны (вертикальная линия действия силы тяжести G совпадает с осью вала, а линии действия сил натяжения в горизонтальной части троса и ветвях клиноременной передачи совпадают с соответствующими осями отброшенных связей), то направления реакций связей отброшенных подшипниковых узлов неизвестны, поэтому целесообразно представить их составляющими, линии действия которых сонаправлены с осями декартовой прямоугольной системы координат (ДПСК), ось z которой совмещена с осью вала, а начало совпадает с точкой A .

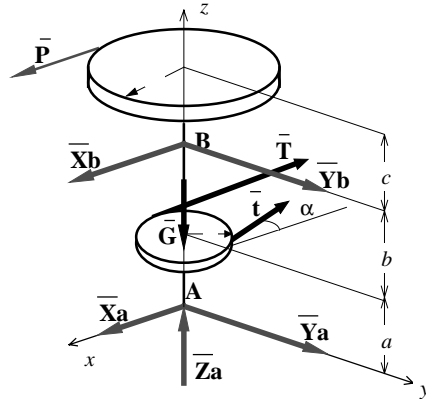


Рис. 2. Система действующих сил

Составление условий равновесия. Для равновесия рассматриваемого АТТ необходимо и достаточно, чтобы главный вектор и главный момент системы сил, действующей на это тело, были равны нулевым векторам, т.е. чтобы выполнялись условия $\mathbf{R}=\mathbf{0}$; $\mathbf{M}_0=\mathbf{0}$. Но векторы \mathbf{R} и \mathbf{M}_0 равны нулю тогда и только тогда, когда

$$R_x=R_y=R_z=0 \text{ и } M_x=M_y=M_z=0.$$

Следовательно, равновесие рассматриваемого тела определяется шестью уравнениями.

Уравнения проекций сил на оси координат:

$$\begin{aligned} P + X_a + X_b - T - t \cdot \cos \alpha &= 0; \\ Y_a + Y_b - t \cdot \sin \alpha &= 0; \\ Z_a + G &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Уравнения моментов сил относительно координатных осей:

$$\begin{aligned} a \cdot t \cdot \sin \alpha - (a + b) \cdot Y_b &= 0; \\ (a + b + c) \cdot P + (a + b) \cdot X_b - a \cdot (T + t \cdot \cos \alpha) &= 0; \\ R \cdot P - r \cdot (T - t) &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Формирование компьютерной модели Практика создания дистанционных курсов на кафедре теоретической механики НТУ “ХПИ” говорит о том, что простого решения, как превратить имеющиеся и разрабатываемые в текстовом редакторе MS WORD методические материалы в HTML-документы, которые легко включаются в состав дистанционных курсов, по-видимому, на сегодняшний день не существует. Процесс этот

является многоэтапным и требует достаточно много рутинной ручной работы с файлами в различных средах и редакторах.

О Т Ч Е Т
по лабораторной работе №1

```

1. Исходные данные:
# геометрические размеры в см: #
a=15; b=20; c=15; alfa=PI/6; R=15; r=10;
# обобщенные координаты:
    dxA, dyA, dzA - поступательные прямолинейные перемещения
                    системы вдоль осей координат,
    dfix, dfiy, dfiz - углы поворота вокруг осей координат #
# Описание сил через силовые элементы: #
P.dxP=P;                dxP=dxA+dfiy*(a+b+c)+dfiz*R;
PT.dxt=-T; T=4;        dxt=dxA+dfiy*a+dfiz*r;
Ptx.dxt=-t*cos(alfa); t=T/2; dxt=dxA+dfiy*a-dfiz*r*cos(alfa);
Pty.dyt=-t*sin(alfa);   dyt=dyA-dfix*a-dfiz*r*sin(alfa);
PG.dzA=-G; G=3;

PXA.dxA=XA;
PYA.dyA=YA;
PZA.dzA=ZA;

PXB.dxB=XB; dxB=dxA+dfiy*(a+b);
PYB.dyB=YB; dyB=dyA-dfix*(a+b);

НЕИЗВЕСТНЫЕ:= P, XA, YA, ZA, XB, YB;
alfa=alfaG*PI/180; alfaG=30; # перевод градусов в радианы #
ВАРЬИРОВАТЬ:= alfaG(20, 30, 1), a(9, 110);
РАСЧЕТ:= СТАТИКА;

2. Решение:
Обобщенные координаты: dxA, dfiy, dfiz, dyA, dfix, dzA.
Число степеней свободы = 6.
Неизвестные величины: P, XA, YA, ZA, XB, YB.
Число неизвестных = 6.

Уравнение[1] = P-T*t*cos(alfa)+XA+XB;
Уравнение[2] = (a+b+c)*P-a*T-0.5*a*T*cos(alfa)+(a+b)*XB;
Уравнение[3] = R*P-r*T+0.5*cos(alfa)*r*T*cos(alfa)+
                0.5*sin(alfa)*r*T*sin(alfa);
Уравнение[4] = YA-t*sin(alfa)+YB;
Уравнение[5] = 0.5*a*T*sin(alfa)-(a+b)*YB;
Уравнение[6] = ZA-G;

Уравнения построены.

```

Рис. 3. Файл исходных данных, выполненный с использованием программного комплекса КИДИМ

Для компьютерного моделирования в условиях НТУ “ХПИ” используется программный комплекс КИДИМ, который размещается на жестких дисках ПЭВМ. Средства и язык программирования используют специально разработанную систему символьных преобразований с аналитическими выражениями. Последние отражают основные понятия аналитической и теоретической механики и легко могут быть представлены в файлах ис-

ходных данных в форме синтаксических конструкций – элементов языка программного комплекса. На рис. 3 представлен фрагмент одного из разделов решения задачи – файл исходных данных. В этом фрагменте средствами комплекса КИДИМ представлена исходная информация об исследуемом объекте и система уравнений (1), (2), представляющая собой математическую модель абсолютно твердого тела, находящегося в состоянии равновесия.

На кафедре теоретической механики НМетАУ в процессе выполнения лабораторных работ с использованием ПЭВМ применяют получивший широкое распространение программный продукт MathCAD.

Полученные выше выражения (1), (2), определяющие условия равновесия, составляют систему линейных уравнений, для решения которой универсальная математическая система MathCAD предлагает несколько различных схем нахождения решений.

Решение системы линейных уравнений матричным методом. В этом случае система линейных уравнений должна быть представлена в матричной форме

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{B},$$

где \mathbf{A} – матрица системы,

\mathbf{B} – вектор, представляющий правые части уравнений системы,

\mathbf{X} – вектор решения.

Если матрица \mathbf{A} обратима, то, как известно, решение матричного уравнения определяется следующим образом

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{B}.$$

Здесь \mathbf{A}^{-1} – матрица, обратная матрице \mathbf{A} .

Использованием оператора присвоения, который может быть введен в текущее окно либо путём применения готового шаблона из палитры математических символов и операторов системы MathCAD, или введением его с помощью клавишного пульта, осуществляется формирование блока исходных данных задачи, матрицы системы и вектора правой части.

Затем с помощью того же оператора присвоения формируется задание по вычислению вектора решения, а вводом оператора вывода решения после символа \mathbf{X} вектора решения осуществля-

ется операция вывода результатов решения системы. После присвоения численных значений составляющим реакций опор и формирования выражений для определения модулей реакций опор оператором вывода решения выводятся их численные значения. Анализ фрагментов выполнения одного этапа решения задачи позволяет, по нашему мнению, отдать предпочтение программной среде, хотя ёмкость её существенно превышает объём системы КИДИМ. Возможности современных ПЭВМ позволяют игнорировать этот показатель. Подготовка и использование материалов для получения решений в программной среде MathCAD очень близка к выполнению такого вида работ «вручную», что, как показала практика, является решающим фактором при принятии решения о выборе программного продукта. Лёгкость освоения побуждает студентов к выполнению дальнейших исследований, например, оптимизировать конструкцию с целью равномерного нагружения подшипниковых опор. Эта задача решается при использовании элементов символьной математики.

$$a := 0.15 \quad b := 0.2 \quad c := 0.15 \quad R := 0.15 \quad r := 0.1 \quad \alpha := \frac{\pi}{6} \quad G := 3T := 4 \quad t := \frac{T}{2}$$

$$A := \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -(b+a) & 0 \\ (c+b+a) & 0 & (b+a) & 0 & 0 & 0 \\ R & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} T + t \cdot \cos(\alpha) \\ t \cdot \sin(\alpha) \\ G \\ -t \cdot \sin(\alpha) \cdot a \\ (T + t \cdot \cos(\alpha)) \cdot a \\ (T - t) \cdot r \end{bmatrix}$$

$$P \quad X_a \quad X_b \quad Y_a \quad Y_b \quad Z_a$$

Рис. 4. Фрагмент задания исходных данных и элементы матрицы для получения решения, выполненный в среде MathCAD

$$X := A^{-1} \cdot B \quad X = \begin{bmatrix} 1.333 \\ 3.847 \\ 0.552 \\ 0.571 \\ 0.429 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Рис. 5. Решение

$$X_a := 3.847 \quad X_b := 0.552 \quad Y_a := 0.571 \quad Y_b := 0.429 \quad Z_a := 3$$

$$R_a := \sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2} \quad R_b := \sqrt{X_b^2 + Y_b^2}$$

$$R_a = 4.912 \quad R_b = 0.699$$

Рис. 6. Значения усилий, определяющих нагружение подшипниковых узлов конструкции

Нахождение решения с помощью оператора символьной математики Solve. Для выполнения символьных операций процессору необходимо указать как выражение, над которым это должно производиться, так и наметить переменную, относительно которой выполняется символьная операция. В рассматриваемом примере использования оператора **Solve** таким выражением является система уравнений, описывающая состояние равновесия АТТ, а переменной – блок неизвестных величин P, X_a, X_b, Y_a, Y_b, Z_a.

$$\left[\begin{array}{l} P + X_a + X_b - T - t \cdot \cos(\alpha) \\ Y_a + Y_b - t \cdot \sin(\alpha) \\ Z_a + G \\ a \cdot t \cdot \sin(\alpha) - Y_b \cdot (a + b) \\ P \cdot (a + b + c) + X_b \cdot (a + b) - a \cdot (T + t \cdot \cos(\alpha)) \\ P \cdot R - (T - t) \cdot r \end{array} \right] \text{solve,} \left[\begin{array}{l} P \\ X_a \\ Y_a \\ Z_a \\ X_b \\ Y_b \end{array} \right] \rightarrow$$

Рис. 7. Задание на решение с помощью оператора **Solve**

В результате работы оператора **Solve** возвращается решение в виде аналитических выражений для составляющих реакций опор. Дополнив приведенный блок аналитических зависимостей значениями исходных данных и выражениями для определения модулей реакций опор, пользователь получает значения реакций опор.

Полученный набор аналитических зависимостей может быть использован не только для выбора подшипников и назначения диаметров вала данной конструкции, но и для выполнения исследований конструктивных особенностей системы. Из анализа приведенных выше решений следует, что нагрузки на подшипники, установленные в опорных узлах вала, существенно разли-

чаются. Например, можно установить зависимость значений реакций опор или их составляющих от соотношений расстояний между опорами или опорами и дисками. Расстояние от нижней опоры до приводного шкива определяется параметром “а”. Ниже приведено исследование, позволяющее оценить влияние изменения этого расстояния в диапазоне от 9 см до 1,1 м на распределение нагрузки в опорах.

$$X_a := \frac{-1}{(a+b)} \cdot \frac{(-T \cdot R \cdot b - t \cdot \cos(\alpha) \cdot R \cdot b - r \cdot T \cdot c + r \cdot t \cdot c)}{R}$$

$$Y_a := \frac{1}{(a+b)} \cdot t \cdot \sin(\alpha) \cdot b$$

$$Z_a := G$$

$$X_b := \frac{(-r \cdot T \cdot a - r \cdot T \cdot b - r \cdot T \cdot c + r \cdot t \cdot a + r \cdot t \cdot b + r \cdot t \cdot c + a \cdot R \cdot T + a \cdot R \cdot t \cdot \cos(\alpha))}{((a+b) \cdot R)}$$

$$Y_b := t \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

Рис. 8. Решение задачи в символьной форме

Полученные с помощью операторов **Graph Palette** и **Trase** меню **Графика** системы MathCAD графики позволяют, например, установить, что опоры А и В могут нести практически одинаковую нагрузку, если удаление подпятника А от приводного шкива составит 0,895...0,91 м. (рис. 9, 10).

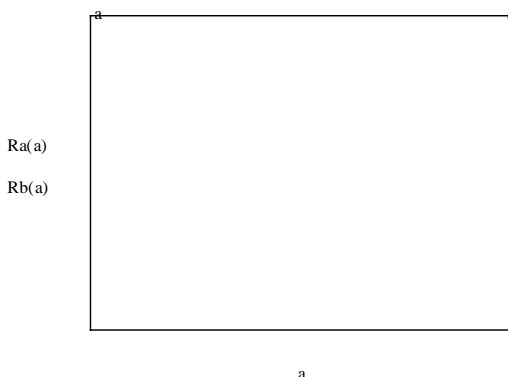


Рис. 9. Зависимость значений реакций опор от параметра “а” (удаление нижней опоры от приводного шкива).

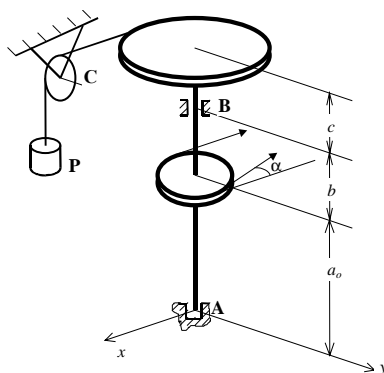


Рис. 10. Вариант конструктивного решения, обеспечивающий равнонагруженность опор за счёт изменения параметра “а”.

Исследования, приведенные выше, позволяют заказчику (любые исследования могут и должны быть востребованы) направить их на оптимизацию конструкции, исходя из чисто экономических соображений, а требование равнопрочности, равноизнашиваемости агрегата – одно из самых распространенных. Поэтому, если ставится такая задача, то целесообразно провести дополнительные исследования, заключающиеся в сравнении не только значений модулей реакций опор А и В, но и в сравнении с реакцией опоры В горизонтальной составляющей реакции опоры А.

В методических указаниях [3] приведены ещё два варианта конструктивных решений, обеспечивающих выполнение требования равнонагруженности опор при изменении параметров “b” и “c”.

В качестве источников исходных данных можно использовать отечественный аналог сборника [1] – разработку [4]. Если же студент-дистанционник предложит свою конструкцию для её исследования в процессе выполнения лабораторной работы, то эффективность усвоения материала существенно возрастет.

Литература

1. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для техн. вузов / Яблонский А.А., Норейко С.С., Вольфсон С.А. и др.; Под ред. А.А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 367 с., ил.

2. Практикум з теоретичної та аналітичної механіки із використанням ПЕОМ для студентів машинобудівних спеціальностей / За загальною редакцією Морачковського О.К. – Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 76 с. – Рос. мовою.

3. Методические указания к выполнению компьютерных лабораторных работ по дисциплине «Теоретическая механика» для студентов всех специальностей / Сост.: Ю. А. Мушенко, В.Т. Вышинский. – Днепропетровск: НМетАУ, 1999. – 26 с.

4. Яскілка М.Б. Збірник завдань для розрахунково-графічних робіт з теоретичної механіки: Посібник. – К.: Вища шк., Веселка, 1999. – 351 с.: іл.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Т.В. Гаврилова, А.И. Кудин, А.В. Шевченко
г. Харьков, Харьковский национальный автомобильно-дорожный
университет
air@khadi.kharkov.ua

Использование персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) при изучении курса физики получило в настоящее время широкое распространение [1, 2]. Преимущества использования новых информационных технологий неоспоримы и число их растет с увеличением мощностей и возможностей компьютеров. Особый интерес при этом представляет разработка программ для построения моделей физических установок, наиболее приближенных к реальным. Это дает возможность заменить часть лабораторного физического практикума виртуальными компьютеризированными лабораторными работами.

К положительным аспектам таких работ следует отнести экономию материальных средств; мобильность при выполнении экспериментов; быстроту обработки результата; возможность оперативно изменять параметры задачи в широких диапазонах, что позволяет составлять индивидуальные задания для студентов с быстрой проверкой их выполнения.

Следует отметить также такой важный фактор, как увеличение интереса студентов к экспериментам, выполняемым по современным компьютерным технологиям. Студенты уже на первых курсах обучения могут применять полученные знания по информатике на практике при выполнении виртуальных лабораторных работ.

Возможность расширения лабораторного практикума без дополнительных материальных затрат играет немаловажную роль особенно для кафедры физики Харьковского национального автомобильно-дорожного университета.

Выбор классической лабораторной работы по определению моментов инерции твердых тел для моделирования обусловлен рядом причин. Во-первых, определение такой физической величины, как момент инерции, важно для исследования вращатель-

ного и сложного движения твердых тел. Во-вторых, величину момента инерции можно определять расчетным путем только для тел простой геометрической формы, а в произвольном случае его приходится определять экспериментальными способами. В-третьих, понятие момента инерции вводится только в высшей школе, поэтому желательно для его изучения и изучения законов вращательного движения использовать больше времени.

Одним из наиболее известных способов экспериментального определения момента инерции является метод трифилярного подвеса. Теоретической основой метода является получение дифференциального уравнения крутильных колебаний подвижной платформы, подвешенной к неподвижной платформе на трех симметрично расположенных нитях [3]. На основании закона сохранения энергии для колеблющейся платформы можно получить уравнение

$$j \ddot{\varphi} + Mg \frac{R r}{z_0} \varphi = 0, \quad (1)$$

где j - момент инерции платформы вместе с исследуемым телом;

M - масса платформы с телом;

g - ускорение свободного падения ;

R - радиус подвижной платформы ;

r - радиус неподвижной платформы ;

z_0 - начальная координата центра неподвижной платформы (при $\varphi = 0$).

Нетрудно убедиться непосредственной подстановкой, что решение уравнения имеет вид

$$\varphi = \varphi_0 \sin \left(\sqrt{\frac{Mg R r}{j z_0}} t + \theta \right), \quad (2)$$

где амплитуда φ_0 и фаза θ определяются начальными условиями. Период колебаний системы равен

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{j z_0}{Mg R r}}. \quad (3)$$

Разрешив (3) относительно j , найдем выражение для момен-

та инерции

$$j = \frac{Mg R r T^2}{4 \pi^2 z_0}. \quad (4)$$

Учитывая, что параметры прибора (R , r , z_0) во время опыта не меняются, формулу (4) удобно записать в виде

$$j = kMT^2, \text{ где } k = \frac{g R r}{4\pi^2 z_0}. \quad (5)$$

k для данного прибора постоянно. Формула (5) позволяет вычислить момент инерции платформы с телом и без него по измеренной величине периода T .

Моделирование установки с трифилярным подвесом на ПЭВМ произведено с помощью программы «3DS Max», которая позволяет получить трехмерное изображение движущегося объекта. С помощью разработанной программы можно производить измерения времени заданного числа колебаний трифилярного подвеса и подвеса, нагруженного телами различной сложной формы. Каждому студенту может быть подобрано индивидуальное задание путем выбора формы тела, его размеров, а также параметров самой установки и начальных условий (начальный угол поворота подвижной платформы, число колебаний).

Для расчета момента инерции по формуле (5), а также для вычисления погрешности измерений студент может самостоятельно составить программу, ввести ее в компьютер и получить конечный результат. Полученные студентом данные сравниваются с заранее рассчитанными и введенными в компьютер. Работа также снабжена теоретическими вопросами по данной тематике.

Литература

1. Годлевская О.А., Годлевский К.П., Посудин Ю.И. Информационные технологии при проведении лабораторных работ по курсу общей физики / Теорія на методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НметАУ, 2003. – т. 2. – С. 69–72.

2. Козлов В.М., Хлынцев В.П., Калениченко В.В. Использование ПЭВМ при изучении курса общей физики / Теорія на ме-

тодика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НметАУ, 2003. – т. 2. – С. 150–153.

3. Лабораторные занятия по физике / Гольдин Л.Л., Егошин Ф.Ф., Козел С.М. и др.; Под ред. Гольдина Л.Л. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 704 с.

ПРИНЦИП СИСТЕМНОЇ ЄДНОСТІ У ВИКЛАДАННІ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН ЯК ЗАСІБ ПІДГОТОВКИ ТВОРЧОГО УЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

Ю.М. Галатюк, В.І. Тишук

м. Рівне, Рівненський державний гуманітарний університет

Проблема формування творчого учителя – не нова. Вона завжди була в центрі уваги вітчизняних педагогів. Наприклад Г. Ващенко вважав, що “пасивний, байдужий учитель не зможе організувати справжньої активної роботи учнів: це буде хаос і анархія, а не активність” [1, с. 96]. Наголошуючи на важливості впровадження активних методів навчання, без яких неможливе формування творчої особистості, в даному випадку дослідницького методу, він писав: “Учитель без інтересу до наукових дослідів не може підтримувати таких інтересів у дітей, не зможе він керувати і їхньою дослідною роботою” [1, с. 329]. На актуальності проблеми наголошував В. Сухомлинський та ін.

У будь-якій професійній діяльності можна виділити, принаймні, три рівні її реалізації: нормативно-репродуктивний, адаптивно-перетворюючий, творчо-пошуковий. Якщо перших два рівні передбачають відтворення раніше засвоєних нормативних моделей професійної діяльності або їхнє використання як орієнтувальної основи, то третій рівень характеризується відходом від шаблонів і стереотипів, пошуком нових ефективних моделей діяльності.

З вищесказаного слідує, що фахова підготовка спеціалістів має бути спрямована не лише на засвоєння нормативних схем професійної діяльності з метою подальшого їх застосування у конкретних ситуаціях із урахуванням чи без урахування їхньої специфіки, а на формування творчого бажання і вміння створювати власні оригінальні підходи до виконання професійних завдань. Мова йде про формування професійного мислення, під яким, насамперед, розуміють “інтелектуальну діяльність щодо розв’язування професійних задач” [9, с. 288]. Вміння ставити завдання і творчо їх розв’язувати є одним із основним критеріїв високого рівня фахової підготовки.

Специфіка педагогічної творчості полягає у спрямованості

на вдосконалення існуючих та створення нових форм, методів і засобів педагогічної діяльності, у здатності педагога бачити, відчувати суперечності навчально-виховного процесу і орієнтації на пошук найефективніших способів їх вирішення, у таких механізмах активізації педагогічної активності як розвинута уява, інтуїція, фантазія тощо.

Результати моніторингу професійної діяльності вчителів, а також аналіз науково-дослідницьких даних щодо рівня педагогічної майстерності [3, 7] свідчать про домінування нормативно-репродуктивної та адаптивно-перетворюючої форм її прояву. Це підтверджує актуальність питання, що розглядається.

В науково-методичній літературі [5, 8], як правило, виділяють п'ять рівнів продуктивності викладацької діяльності: репродуктивний, адаптивний, локально-моделюючий знання, системно-моделюючий знання, системно-моделюючий діяльність.

З вищесказаного слідує, що одним із фундаментальних професійних умінь, яким має володіти майбутній вчитель середньої школи, а також викладач вищого навчального закладу, є вміння моделювати пізнавальну діяльність учнів і відповідну власну навчальну діяльність.

В широкому аспекті педагогічне моделювання потрібно розглядати як засіб реалізації акмеологічної стратегії фахової підготовки в сучасному вищому навчальному закладі. Адже в основі акмеологічної підготовки майбутнього вчителя фізики лежить “проектування студентом під керівництвом викладача теоретичної і експериментальної моделі його наступної діяльності як вчителя фізики” [5, с. 244].

У вузькому розумінні педагогічне моделювання – це вміння творчо організувати навчальний процес з предмету, а точніше пізнавальну діяльність школярів чи студентів у всіх її проявах. Організація навчальної діяльності, поєднання різних її видів у контексті окремого заняття вимагає від вчителя належної теоретичної підготовки і неабияких творчих зусиль. Однак практика засвідчує, що формування ефективного педагогічного досвіду є складним системним процесом, і як показує аналіз його генезису, він може формуватися або стихійно і неалгоритмізовано, або цілеспрямовано, на основі відповідних технологій.

Яке місце займає вивчення фундаментальних дисциплін, на-

самперед фізики у вирішенні зазначених вище проблем? На цьому питанні ми хочемо зупинитися більш детальноше.

В одному з новітніх монографічних посібників з методики викладання загальної фізики в педвузах [2, с. 15] відмічається, що традиційно в педвузах основні зусилля направляються на озброєння студентів знаннями і вміннями з навчальних предметів. І це необхідно. “Проте, – наголошується, – для підготовки вчителя *також необхідно прищеплювати студентам якості суто педагогічної діяльності*” (курсив наш. – Г.Ю.).

На наш погляд вирішення ряду проблем, пов’язаних з методикою викладання фундаментальних дисциплін лежить у площині акцентології і пріоритетності щодо їхніх цілей і дидактичних завдань. Викладання загальної фізики має бути націлене не лише на здобуття студентами-майбутніми вчителями природничо-наукових знань, а також знань, навичок і вмінь, пов’язаних з організацією навчально-виховного процесу з фізики. Для цього процес вивчення фізики має реалізуватися в системі з вивченням спеціальних дисциплін. Відомо, що системний підхід дозволяє реалізувати ті додаткові функції окремих структурних елементів системи, які зумовлюються і забезпечуються насамперед їхніми міжструктурними зв’язками і не можуть бути реалізовані в межах кожного структурного елемента окремо.

Зв’язок викладання фізики із спеціальними дисциплінами (шкільним курсом фізики з методикою викладання, практикумом розв’язування фізичних задач, практикумом з навчального фізичного експерименту та окремими спецкурсами, про які йтиметься нижче) є складним і багатогранним. Тут можна говорити про змістовий, операційно-процесуальний, методологічний та інші аспекти. В контексті проблеми, що розглядається, на особливу увагу заслуговує саме методологічний аспект. Якщо коротко, то одним з пріоритетів викладання фізики як фундаментальної дисципліни має бути ознайомлення студентів з методологією сучасної науки. При цьому не лише на рівні теоретичних знань про наукові методи пізнання, але й на рівні засвоєння способів діяльності. Варто взяти до уваги результати психологічних досліджень [6], які свідчать, що методологічні знання є структурним елементом творчої діяльності, засобом розв’язання творчих задач як пізнавальних, так і професійних.

Мова насамперед йде про наукові методи, що застосовуються як на теоретичному, так і на емпіричному рівнях пізнання. Практика засвідчує, що можливості курсу фізики щодо формування методологічних знань використовуються не повністю. Методологічні знання часто виступають як побічний продукт навчальної діяльності, спрямованої насамперед на здобуття предметних знань.

Розглянемо наприклад традиційну методику проведення лабораторних робіт в курсі загальної фізики. Лабораторні роботи, як правило, виконуються за готовими інструкціями, що значно обмежує їхню дидактичну функцію. Творчий процес **моделювання** фізичного експерименту залишається поза увагою. Пізніше, на старших курсах, при вивченні спеціальних дисциплін, приходиться навчати студентів моделювати дослідницькі лабораторні роботи на основі розв'язування творчих експериментальних задач [4]. Тобто, не побувавши в ролі суб'єкта, який виконує творчу лабораторну роботу, студент вчиться вирішувати педагогічні задачі уже суто професійного характеру, наприклад: моделювати і організувати творчу пізнавальну діяльність учнів у формі лабораторної роботи як навчального дослідження.

Теж саме стосується практичних занять з фізики, де студенти розв'язують фізичні задачі з метою закріплення, узагальнення і поглиблення теоретичних знань. Як правило, в процесі розв'язку задач на передній план виступають предметні знання, їх актуалізація і застосування в контексті вирішення конкретної проблеми. Тоді, як самі методи (аналіз, синтез, моделювання, аналогії, ідеалізація, абстрагування) лишаються поза увагою, виступають як побічний продукт діяльності.

Потрібно врахувати й те, що фундаментальні дисципліни передують вивченню спеціальних дисциплін. А отже, вони мають виконувати щодо них пропедевтичну функцію, особливо, коли йдеться про методологічний аспект.

Підготовка вчителів фізики у Рівненському державному гуманітарному університеті здійснюється шляхом оптимізації системного підходу у вивченні фундаментальних і спеціальних дисциплін, спрямованого на формування професійних знань і вмінь щодо організації різних видів навчальної діяльності, постановки фізичного експерименту, розв'язування фізичних задач, психо-

логічно-методичного забезпечення уроку. Як показують результати педагогічного спостереження, досить ефективним методичним прийомом, який дозволяє активізувати навчальну діяльність студентів і сприяє розвитку їхнього творчого потенціалу, є систематичне залучення їх до моделювання педагогічних ситуацій шляхом виконання творчих педагогічних завдань. Для цього, крім лекційних і практичних занять з шкільного курсу фізики з методикою викладання та лабораторного практикуму з навчального фізичного експерименту, який складається з десяти модулів, введені спецкурси “Практикум з розв’язування нестандартних фізичних задач”, “Основи науково-педагогічних досліджень”, “Інноваційні форми і методи організації дослідницької роботи учнів з фізики”.

Програма спецкурсу “Основи науково-педагогічних досліджень” передбачає методологічну підготовку студентів до творчої, пошукової діяльності, ознайомлення з теоретичними і емпіричними методами педагогічного дослідження, такими як педагогічне моделювання, ідеалізацією, формалізація, системний підхід, історичний аналіз, діяльнісний підхід тощо. При цьому велика увага приділяється актуалізації відповідних методологічних знань, здобутих при вивченні загальної фізики та інших фундаментальних курсів.

Особливий акцент робиться методологічному аспекті педагогічного моделювання. Метод моделювання є одним із основних методів наукового пізнання. Набувши статусу загальнонаукової категорії, моделювання успішно застосовується в усіх сферах наукової і не лише наукової діяльності. Мисленні (ідеальні) моделі є основою теоретичного мислення. В даному контексті педагогічні моделі є основою професійного мислення вчителя. Будучи представлені матеріалізованими засобами (мовою, знаками), вони є орієнтувальною основою професійної діяльності. Варто відмітити, що модель виконує не тільки евристичну, але і прогностичну функцію, що для нас дуже важливо. Модель може бути як вторинною стосовно модельованої системи (для позначення якої в цьому випадку використовуються також терміни “прототип” і “оригінал”), так і *первинною* стосовно неї. В якості первинних моделей щодо об’єктів, які моделюються, виступають проекти, розпорядження, прогнози і т. ін. Виходячи з цього, мо-

жна стверджувати, що моделювання – один з основних засобів, які використовує педагог-дослідник, творчий вчитель, прогножуючи, передбачаючи, проектуючи навчальний процес в цілому чи окремі його фрагменти.

Таким чином, спецкурс “Основи науково-педагогічних досліджень” виконує відповідну пропедевтичну функцію відносно наступного спецкурсу “Інноваційні форми і методи організації творчої діяльності учнів з фізики”.

На лекційних заняттях з даного спецкурсу студенти знайомляться з теоретичними засадами організації творчої пізнавальної діяльності на основі системно-структурного аналізу, з основними етапами та технологічними інваріантами.

Важливим етапом у формуванні практичних умінь і навичок майбутніх вчителів є практична реалізація моделей, розроблених на рівні сценарію. Це здійснюється під час педагогічної практики, а також на практичних заняттях шляхом застосування технології ігрового навчання. Шляхом ділової навчальної гри здійснюється тестування педагогічної моделі на її придатність щодо практичної реалізації. Як правило, практика вносить свої корективи в розроблений педагогічний проект, збагачуючи при цьому поки що незначний педагогічний досвід майбутнього вчителя.

Результати, проведених нами педагогічних спостережень, свідчать, що описана вище технологія методологічної підготовки і залучення студентів до творчої діяльності на основі забезпечення **принципу системної єдності викладання фундаментальних і спеціальних дисциплін** та педагогічного моделювання сприяє формуванню творчих професійних умінь і навичок. Підвищується чутливість студентів до протиріч педагогічного процесу, з’являється прагнення їх вирішити не шляхом застосування готових моделей і рецептів, а шляхом власного педагогічного пошуку.

Література

1. Ващенко Г. Загальні методи навчання: підручник для педагогів. – Видання перше. – К.: Українська Видавнича Спілка, 1997. – 441 с.
2. Бушок Г.Ф., Колупаєв Б.С., Науково-методичні основи викладання загальної фізики. – Рівне: Діва, 1999. – 410 с.
3. Галатюк Ю.М., Остапчук М.В. Особливості підготовки вчителів-фізиків у відповідності до сучасної парадигми навчання // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка і психологія. – Випуск 6. – Вінниця: РВВ ДП “Державна картографічна фабрика”, 2002. – С.183-186.
4. Галатюк Ю.М., Самойленко П.И., Сергеев А.В. Моделирование творческих работ физического практикума на основе экспериментальных задач // Среднее профессиональное образование. Приложение к ежемесячному теоретическому и научно-методическому журналу «СПО» – 2002. – №1. – С. 70-82.
5. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. Монографія. – Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266 с.
6. Калошина Інна Павловна. Структура и механизм творческой деятельности. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 168 с.
7. Колесник А.Г. Природа педагогічної майстерності та умови її становлення // Проблеми науково-технічної творчості молоді. Наукові записки Ніжинського державного педагогічного інституту. – Ніжин: НДПІ, 1998.– С.17-20.
8. Кузьміна Н.В. Предмет акмеологии. – СПб: Питер, 1995. – 158 с.
9. Психологія: Підручник / Ю.Л. Трофімов, В.В. Рибалка, П.А. Гончарук та ін.; за ред. Ю.Л. Трофімова. – К.: Либідь, 1999. – 558 с.

АКТИВІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛІВ ТЕРМОДИНАМІКИ В ШКОЛІ

Т.Є. Галаченко

м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний
університет

Сьогодні в Україні йде становлення нової системи освіти, зорієнтованої на входження у світовий освітній простір. Цей процес супроводжується суттєвими змінами в педагогічній теорії та практиці навчально-виховного процесу. Завдання виховання й освіти найшвидше полягає в тому, щоб зробити дитину здатною розуміти людей, спілкуватися, взаємодіяти з ними та з різноманітними творіннями культури та науки – учити жити, учити жити разом. У школі необхідно включити механізм саморозвитку дитини, щоб дати їй можливість максимально реалізувати свої здібності і разом з тим сприяти прогресу суспільства [1]. Всім відомий вислів: голова людини – не судина, яку треба наповнити знаннями, а вогнище, яке необхідно запалити. Слід виробити внутрішню мотивацію до навчання, активізувати процес вивчення шкільних предметів. Навчання має бути важким, але посильним. У цьому і полягають переваги фізики – в її наочності, насиченості дослідями й експериментами, в яких учень може брати безпосередню участь. При цьому важливу роль виконує саме самостійна робота учнів. Самостійна робота не самоціль. Вона є засобом боротьби за глибокі і міцні знання учнів, засобом формування у них активності і самостійності як рис особистості, розвитку їх розумових здібностей. Самостійна робота передбачає активні розумові дії учнів, пов'язані з пошуками найраціональніших способів виконання запропонованих учителем завдань, з аналізом результатів роботи [2]. Стимулювати таку роботу можна різними способами. Застосуємо їх для вивчення основ термодинаміки.

Теоретичні основи термодинаміки складають перший закон термодинаміки – один з найважливіших законів природи і поняття безповоротності процесів, що відображає якісну своєрідність теплової форми руху матерії. Перший закон термодинаміки спирається на ряд понять: внутрішня енергія, кількість теплоти, ро-

бота, а також зв'язок між ними, який і складає формулювання цього закону.

Труднощі при вивченні основ термодинаміки в 10 класі пов'язане з абстрактністю для учнів цих понять, з їх ненаочністю. Їх формування починається вже з 7 класу. Саме тут необхідно викликати інтерес до термодинаміки, спробувати показати суть і значення цих понять [3]. Як це зробити? Одним з ефективних способів навчання є постановка і демонстрація нескладних, але наочних експериментів, залучення до цієї роботи самих учнів. Говорячи про будову речовини, про його агрегатні стани, можна вже зараз вводити поняття фази, фазового переходу. Дуже ефектною є демонстрація критичного переходу системи рідина-пара (навіть її відеоваріант). Такого роду демонстрації підвищують інтерес учнів до фізики, до матеріалу, що вивчається. Простіші, але не менш цікаві і корисні експерименти можуть бути проведені і в домашніх умовах самими учнями. Так, наприклад, можна визначати швидкість випаровування різних речовин, швидкість кристалізації, швидкість дифузії і самостійно проаналізувати хід експериментів, зробити висновок про вплив температури на них, сформулювати початкові уявлення про це поняття. Також цікавим є творче завдання – створення фізичної казки на тему «Якби я був молекулою». Це заключне завдання розділу «Будова речовини» і саме в цій роботі учень демонструє глибину своїх знань, при цьому у нього не виникає відчуття відповіді біля дошки або на контрольній роботі. Досвід показує, що це один з улюблених видів творчого завдання. Слід зазначити, що метою таких робіт є формування інтересу в учня, розвиток бажання самостійно працювати. Звичайно, глибокого розуміння внутрішньої енергії, температури у учня 7 класу може і не виникнути, але він буде зацікавлений, отримає поштовх для своїх досліджень, у нього з'явиться улюблена тема, улюблений предмет.

Більш інформативним для вивчення величин, що лежать в основі термодинаміки, є курс фізики 8 класу. Саме тут повніше розкривається поняття внутрішньої енергії, кількості теплоти, роботи, способів зміни внутрішньої енергії. Існує велика кількість простих і наочних експериментів, які широко використовуються в школі. Цікаво відзначити ті досліди і задачі, які учні можуть виконати самостійно (навіть на кухні разом з мамою).

Наприклад, вимірювання температури в різних ділянках квартири, порівняння теплопровідності жовтка та білка, визначення кількості теплоти, що виділяється при згорянні сірника і т.п. Корисно також ширше використовувати і графічні ілюстрації та графічні залежності для вивчення теплових процесів [4]. Особливістю графічного методу є використання дидактичного принципу наочності. Не секрет, що учні краще розуміють розв'язування задачі, якщо вона ведеться мовою графіка. При вивченні теми «Теплові двигуни» корисним є залучення учнів до самостійного виготовлення моделей таких двигунів, особливо якщо ця модель не є повторенням раніше запропонованої, а розроблена і створена ними самими. При цьому більш глибоко засвоюється поняття робочого тіла, нагрівника, холодильника. Також цікавим є творче завдання на тему «Подорож в світ енергії». До моменту завершення вивчення теми запас знань у учнів вже достатній для того, щоб вони могли самостійно скласти кросворди, задачі, домашні експерименти. Використовуючи матеріал, створений і зібраний учнями, зручно проводити завершальні уроки по темі у вигляді КВВ, фізичних дуелей, брейн-рингів і т.п. [5]

Знання, придбані таким чином, не стають зайвим багажем – це яскраві переживання, реалізація творчості і індивідуальності, які, сподіваємося, істотно зменшать кількість сумовитих облич серед десятикласників при вивченні термодинаміки.

Час вивчення основ термодинаміки в 10 класі і теплових явищ в 8 класі практично співпадає. Таким чином існує можливість залучення десятикласників для допомоги в проведенні уроків і позакласних заходів в 8-х класах. Застосовується відомий принцип «навчаючи, вчуся». У цьому віці учні здатні на глибші дослідження. Від проведення домашніх дослідів можна перейти до самостійної розробки інструкцій до мінілабораторних робіт, самостійному вивченню деяких тем. Для цього можна використовувати метод круглого столу. Наприклад, при вивченні теми «Необоротність процесів в природі. Другий закон термодинаміки», клас ділиться на групи, кожна група вивчає і обговорює одну з моделей «вічного» двигуна. Вчитель тільки дає рекомендації. Обговорення питання, висновки робляться учнями. Цей процес завершує підсумковий урок, на якому групи діляться підсум-

ками своєї роботи, під керівництвом вчителя клас приходить до загальної думки.

Вважаємо, що наведений матеріал сприятиме активізації інтересу до вивчення основ термодинаміки.

Література

1. Біда Д.Д. Методика зміни ролей. // Фізика. – 2002. – №26.
2. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся в средней школе. – М.: Просвещение, 1987.
3. Шамаш С.Я., Эвенчик Э.Е., Орлов В.А. и др. Методика преподавания физики в средней школе. Молекулярная физика. – М.: Просвещение, 1997.
4. Койфман Ю. Графіки у фізичних задачах. // Фізика. – 2002. – №15.
5. Якимчук В. Розвиток творчих здібностей учнів на уроках фізики та в позаурочний час. // Фізика. – 2002. – №33.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ КАРТИН В ФОТОУПРУГОСТИ

В.Н. Горбач, А.А. Волгин
г. Харьков, Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина

В исследовании напряженного состояния деталей машин, строительных конструкций и сооружений среди различных методов механики твердого тела особое место занимают поляризационно-оптические методы исследования, проводимые на прозрачных моделях. Это вызвано тем обстоятельством, что эти методы позволяют выявить реальную картину распределения напряжений и деформаций в исследуемых объектах в тех случаях, когда применение вычислительных методов затруднено или невозможно. Кроме того, немаловажное значение имеет простота метода, его надежность и наглядность получаемых результатов.

Как правило, при поляризационно-оптических методах исследования используются прозрачные модели, либо оптически чувствительные материалы, наносимые на поверхность натуральных деталей. Под действием напряжений прозрачные изотропные материалы приобретают оптическую анизотропию, т.е. возникает искусственное двойное лучепреломление. Это явление называется фотоупругостью или пьзооптическим эффектом. Степень этой анизотропии зависит от напряженного и деформированного состояния материала и характеризуется тензором диэлектрической проницаемости. В пределах упругой деформации главные значения тензора диэлектрической проницаемости линейно связаны с главными напряжениями.

Напряженное состояние двулучепреломляющей модели можно оценить по интерференционной картине, которая возникает в результате появления относительной оптической разности хода между световыми компонентами, поляризованными в квазиглавных направлениях диэлектрического тензора, если поместить исследуемый образец в поле полярископа. Вид интерференционной картины, получаемой в двулучепреломляющей модели, определяется состоянием поляризации света, расположением и ориентацией поляризующих элементов в схеме полярископа. В

зависимости от задач используются различные схемы полярископов. Чаще всего реализуется один из вариантов кругового полярископа.

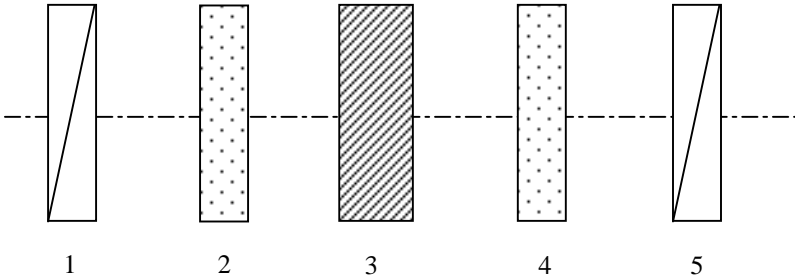


Рис. 1. Схема кругового полярископа (1 – поляризатор, 2, 4 – четвертьволновые фазовые пластинки, 3 – напряженная пластинка, 5 – анализатор).

В скрещенном круговом полярископе интенсивность света в поле полярископа будет равна

$$I = I_0 \sin^2 \frac{\pi \Delta}{\lambda},$$

где I_0 – интенсивность света, прошедшего через поляризатор, λ – длина волны, Δ – оптическая разность хода. Оптическая разность хода в случае упругой деформации будет равна

$$\Delta = Cd(\sigma_1 - \sigma_2),$$

где C – относительный оптический коэффициент напряжений, d – толщина напряженной пластины, σ_1, σ_2 – главные напряжения. Это уравнение (закон Вертгейма) является основным при решении упругих задач поляризационно-оптическим методом исследования.

Таким образом, в поле кругового полярископа интенсивность интерференционной картины зависит только от оптической разности хода и на экране будут присутствовать темные полосы (изохромы), связанные только с наличием этой разности хода. Темные полосы, вызванные совпадением плоскости колебаний поляризованного света с одним из главных напряжений (изоклины), будут отсутствовать.

Интерференционные картины являются основой информа-

ции в фотоупругости. Проведя дополнительные (в ряде случаев) экспериментальные исследования и графовычислительные расчеты, можно получить точную количественную картину напряжений и деформаций в исследуемом объекте. Но представляет интерес и обратная задача. В ряде случаев возникает необходимость знать интерференционную картину, если известно распределение напряжений и деформаций в исследуемой детали, полученное численными или аналитическими методами путем решения соответствующих дифференциальных уравнений. Кроме того, эта задача имеет и методическое значение как в курсах по теории упругости и пластичности, так и в курсах по компьютерному моделированию физических явлений и процессов.

Предлагаемая в данной работе программа позволяет проводить компьютерное моделирование интерференционных картин, получаемых в круговом полярископе, для ряда задач по теории упругости и пластичности, как для света произвольной длины волны, так и для белого света. Предусмотрена возможность варьирования вида нагрузок, их количество, величины, направление.

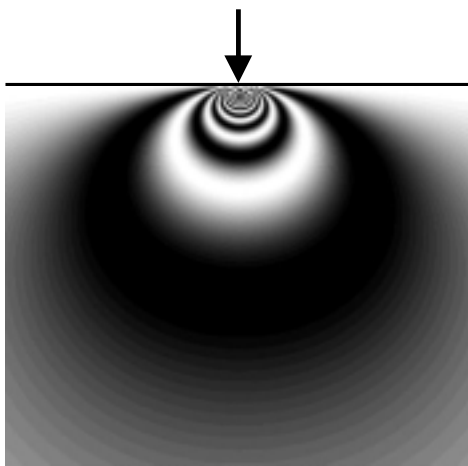


Рис. 2. Картина полос пластинки при действии нормальной сосредоточенной силы.

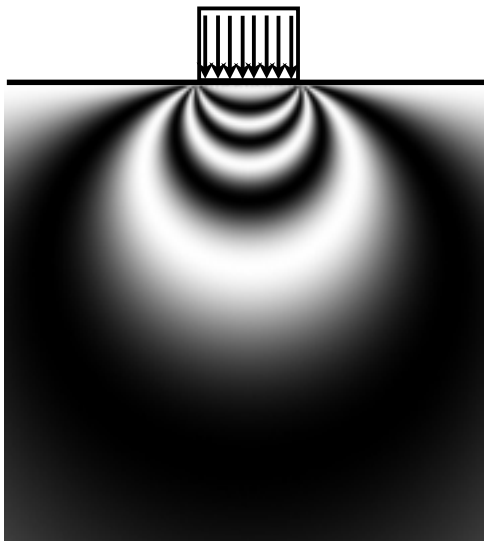


Рис. 3. Картина полос, создаваемая нагрузкой, равномерно распределенной на конечном участке края полубесконечной пластины.

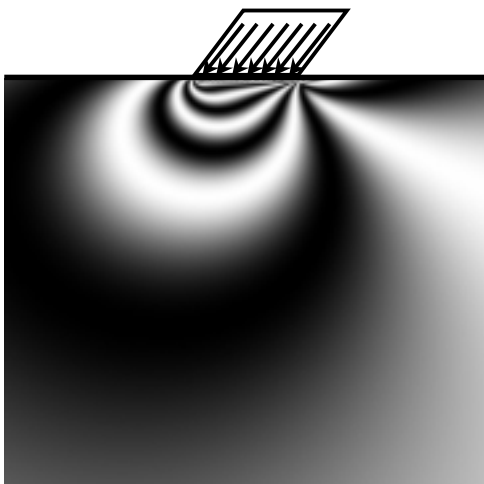


Рис. 4. Картина полос, создаваемая наклонной нагрузкой, равномерно распределенной на конечном участке края полубесконечной пластины.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНАТЬ З ФІЗИКИ СЛУХАЧІВ ПІДГОТОВЧОГО ВІДДІЛЕННЯ

Г.А. Горшкова, Т.С. Савкіна
м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет
Національної металургійної академії України

Відомо, що далеко не завжди знання абітурієнтів відповідають вимогам вищих навчальних закладів. Деякі з них цього навіть не підозрюють і лише на вступних іспитах починають бачити свої недоліки, що стали причиною помилок і не дозволили набрати необхідний бал.

Загальноосвітня середня школа не тільки передає своїм вихованцям необхідну кількість знань, передбачених програмою, а й учить логічно мислити, застосовувати отримані знання до розв'язання поставлених питань. Саме вміння мислити високо цінується викладачами. Але причини помилок, що їх допускає значна частина абітурієнтів, полягають у поверховому або формальному засвоєнні основних законів, понять, формул.

Підготовче відділення, як структурний підрозділ КМФ НМетАУ, створене з "... метою надання допомоги при вступі до факультету абітурієнтів із середньою та середньо-технічною освітою, учнів загальноосвітніх середніх шкіл, які навчаються в 11 класі, і мають недостатню підготовку з базових дисциплін середньої школи з причин недостатнього рівня підготовки у деяких школах і значної різниці між умовами та вимогами навчального процесу у вищих навчальних закладах та у середніх загальноосвітніх закладах" (з положення про підготовче відділення).

Щодо вимог. На вступному екзамені з фізики абітурієнти повинні показати розуміння сутності фізичних явищ та фізичних законів, вміння тлумачити фізичний зміст величин та понять, а також вміння розв'язувати фізичні задачі, вони повинні вміти користуватися системою СИ при розрахунках та знати одиниці вимірювання основних фізичних величин.

Вже за результатами написання "нульової" контрольної роботи з фізики слухачами підготовчого відділення можна зробити висновки про недоліки в знаннях майбутніх студентів. "Вхідна" або "нульова" контрольна робота складається з трьох рівнів. За-

вдання, що входять до **рівня А**, потребують знань одиниць основних фізичних величин, вміння розпізнавати головні об'єкти та їх основні властивості. Наприклад:

Рівень А

1) Яка з наведених одиниць вимірювання є одиницею імпульсу тіла:

а) $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$; б) $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}}$; в) $\frac{\text{м}}{\text{с}}$; г) $\frac{\text{кг}\cdot\text{с}}{\text{м}}$.

2) Які співвідношення між температурами за шкалою Цельсія та абсолютною шкалою температури?

а) $t = 273 + T$; б) $T = 273 + t$; в) $t = \frac{1}{273} + T$; г) $T = \frac{1}{273} + t$.

3) Яка розмірність роботи?

а) $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{с}^2}$; б) $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}^2}$; в) $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{с}}$; г) $\frac{\text{кг}^2\cdot\text{м}}{\text{с}}$.

4) Як вводиться напруженість електричного поля як фізична величина?

а) $E = \frac{kq}{r^2}$; б) $E = \frac{kq}{r}$; в) $E = \frac{A}{q}$; г) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$.

5) Як вводиться електроємність як фізична величина?

а) $C = \frac{q}{\varphi}$; б) $C = q \cdot \varphi$; в) $C = F \cdot \varphi$; г) $C = \frac{1}{2} q \cdot \varphi$.

6) Скільки метрів квадратних знаходиться в 1 см²

а) 10⁴; б) 10²; в) 10⁻⁴; г) 10⁻².

7) Якими носіями електричного заряду створюється електричний струм в металах?

а) електронами; б) протонами; в) іонами; г) дірками.

8) Який вигляд має запис закону Ома для повного кола?

а) $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$; б) $I = \frac{U}{R}$; в) $I = \frac{\varepsilon}{R}$; г) $I = \frac{\varepsilon}{r}$.

9) Як вмикається амперметр в електричне коло?

а) паралельно; б) послідовно.

10) Як під'єднується вольтметр до ділянки кола?

а) паралельно; б) послідовно.

Рівень Б передбачає знання алгоритмів дій (формул, правил, законів) та їх застосування в стандартній ситуації. Наприклад:

Рівень Б

1) За який час автомобіль, рухаючись зі стану спокою з прискоренням $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, проїде шлях 100 м?

2) Тіло вільно падає з висоти 180 м. Скільки часу воно буде падати і якої швидкості набере?

3) Густина газу при тиску 83,1 кПа і температурі 47 °С дорівнює $1 \frac{\text{г}}{\text{л}}$. Знайти молярну масу газу.

4) Три провідники, кожен опором 9 Ом, з'єднані паралельно. Чому дорівнює їхній загальний опір?

5) Коли до батарейки з ЕРС 3 В підключити резистор опором 20 Ом, спад напруги на резисторі виявився 2 В. Визначте струм короткого замикання.

6) За час 10 с через провідник, спад напруги на якому 12 В, пройшов заряд 24 Кл. Визначте роботу, здійснену струмом, потужність струму, опір провідника.

7) Визначте індуктивність котушки, якщо при зміні в ній струму від 5 до 10 А за 0,1 с в котушці виникає ЕРС самоіндукції 10 В.

Рівень В характеризується творчим застосуванням знань (відомих методів в нестандартних ситуаціях). Наприклад:

Рівень В

8) Який внутрішній опір акумулятора, якщо при опорі зовнішнього кола 1 Ом він дає струм 0,5 А?

9) Визначте густину суміші кисню масою 50 г та водню масою 20 г при температурі 300 К та тиску 1 МПа.

Лише невелика кількість слухачів намагаються розв'язати завдання рівня **В** (10% від загальної кількості слухачів). Більшість (43%) мають “прогалини” в знаннях вже на рівні **А**. Ось в такій ситуації викладачеві підготовчого відділення необхідно спланувати свою роботу і роботу слухачів таким чином, щоб за обмежений час підвищити рівень знань абітурієнтів.

Одним із шляхів ефективного засвоєння знань є планування результатів навчання. Найбільш природним для предметів фізико-математичного циклу з цієї позиції є опис результатів навчан-

ня у вигляді системи задач. На велике значення задач для розвитку мислення звертали увагу багато вчених: Е. Резерфорд, Н. Бор, А. Ейнштейн та ін. Всі вони підкреслювали, що “задачі повинні не тільки і не стільки сприяти закріпленню знань, тренуванню у застосуванні виучуваних законів, скільки формувати сам дослідницький стиль розумової діяльності”.

Розв’язування кількісних і якісних задач є основним полем застосування теоретичних знань абітурієнтів і основним способом організації їх діяльності. Вибір цих задач відповідає двом важливим критеріям: вміння їх розв’язувати має забезпечити виконання програмних вимог, а також можливість подальшого засвоєння курсу фізики, застосування отриманих вмінь у суміжних предметах. Список таких задач повинен бути відносно коротким, в той же час достатньо повним з точки зору забезпечення підготовки абітурієнтів з фізики. Тому результати навчання являють собою вміння розв’язувати систему основних базових задач.

Найбільш важливим з точки зору контролю рівня підготовки абітурієнтів з фізики за певний період навчання вважається проведення письмових контрольних робіт. Кожна контрольна робота є деякою межею у навчанні: до неї спеціально готуються, за її результатами робляться висновки про рівень оволодіння деяким розділом учбового матеріалу.

Пропонуємо варіант контрольної роботи з фізики для слухачів підготовчого відділення за темою „Основи механіки”:

Рівень А

1) Які з наведених нижче рівнянь можуть описувати прямо-лінійний і рівномірний рух точки?

а) $v = v_0$; б) $v = -at$; в) $x(t) = x_0 + vt$; г) $s = vt$.

2) Дія сили на вільне тіло припинилася. Чи зберігатиме воно:
а) прискорення; б) швидкість; в) період власного обертання;
г) імпульс.

3) Як змінюється кінетична енергія тіла, якщо його швидкість зменшилась у 2 рази?

а) збільшиться в 2 рази; б) зменшиться в 2 рази;
в) збільшиться в 4 рази; г) зменшиться в 4 рази.

4) Довжина хвилинної стрілки механічного годинника дорівнює 12 мм. Визначити кутову швидкість стрілки.

- а) $2,9 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; б) $1,45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ в) $17,4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; г) $0,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

5) Куля масою m , рухаючись зі швидкістю v , пружно ударяється об кульку масою m_1 , яка висить нерухомою на нитці довжиною l . При взаємодії:

- а) не зберігається ні механічна енергія, ні імпульс системи;
- б) зберігається і механічна енергія і імпульс системи;
- в) зберігається тільки механічна енергія системи;
- г) зберігається тільки імпульс системи.

Рівень Б

1) Під дією сили 2 кН автомобіль рухається так, що його шлях виражається рівнянням $s = t - 0,1 t$. Визначити масу автомобіля.

2) На одному кінці нитки, перпендикулярної через нерухомий блок, висить вантаж масою 7 кг. З якою силою необхідно тягнути вниз за другий кінець нитки, щоб вантаж рухався з прискоренням $1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$?

Рівень В

3) Як пояснити, що людина, яка біжить, спіткнувшись падає в напрямі руху, а підслизнувшись, падає в напрямі, протилежному до напрямку свого руху?

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЛІТНЬОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З ФІЗИКИ В ДРОГОБИЦЬКОМУ ПЕДАГОГІЧНОМУ ЛІЦЕЇ

А.Г. Григорович, О.В. Заяць, Р.М. Хлопик
м. Дрогобич, Дрогобицький педагогічний ліцеї

У відповідності з інструктивно-методичним листом Міністерства освіти і науки України №1/9-1-97 від 07.03.01 р. у всіх школах проводиться літня навчальна практика. Однак конкретних вимог та нормативів щодо її проведення немає. Зміст та форми організації практики визначаються адміністрацією навчального закладу, виходячи з його профілю та можливостей.

У Дрогобицькому педагогічному ліцеї ще у 1990 р. було розроблене положення про літню практику учнів. Поступово вдосконалювалася методика її проведення та конкретизувались цілі. Літня навчальна практика в ліцеї – обов'язкова невід'ємна частина навчального плану. Години, відведені на її проведення, використовуються для реалізації практичної частини навчальних програм. Зокрема: проведення комплексних практикумів з фізики, хімії, інформатики, практичних занять на місцевості з математики, астрономії... Заняття облікуються в класних журналах. Результати практики виставляються в окремій графі і прирівнюються до семестрової оцінки.

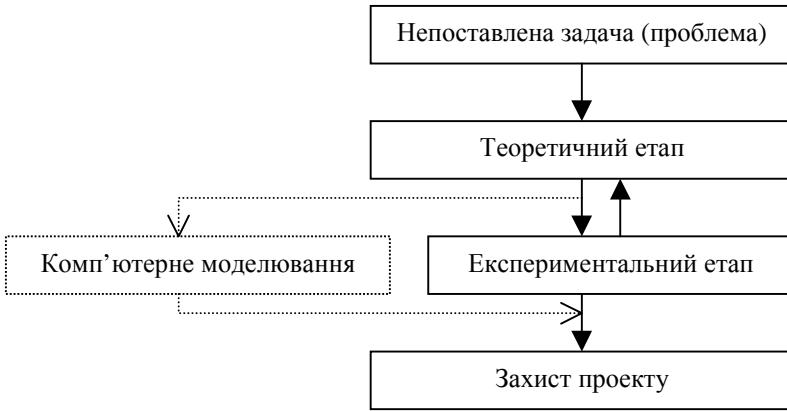
Опишемо наш підхід до організації практики учнів 10-х класів фізико-математичного профілю на прикладі фізичного практикуму, суть якого полягає в розробці та реалізації творчих проєктів.

Сьогодення ставить перед школою завдання не лише давати знання, але й вчити учнів спостерігати, правильно осмислювати й узагальнювати побачене. Ці завдання передбачають самостійний пошук відповідей на запитання реального життя.

Перш за все ми відмовилися від стандартного підходу до тематики практичних робіт, їх постановки та спрямованості. При розробці тематики творчих проєктів враховується наступне:

- 1) формулювання задачі як такої;
- 2) неоднозначність шляхів та способів її розв'язання;
- 3) поетапність підходу до реалізації проєкту.

Блок-схема реалізації творчого проекту представлена на малюнку:



Розглянемо кожен з етапів детальніше.

Постановка задачі – один з найважливіших моментів. Від нього залежить ефективність та доцільність наступних етапів та всього проекту в цілому. Не секрет, що традиційні фізичні задачі, в тому числі експериментальні, їх типові розв'язання, проведення стандартних досліджень, часто відірваних від реального життя – все це аж ніяк не сприяє підвищенню інтересу учнів до вивчення фізики. Саме тому пропонується фізична задача повинна бути не лише оригінальною, але й якомога ближчою до реального життя і вимагати комплексного підходу – використання знань не лише з фізики, але й інших предметів (математики, інформатики, хімії тощо).

Ще один аспект – самостійний вибір проекту. Учням пропонується набір задач, з яких кожен вибирає одну, або пропонує власну.

Вибравши завдання, учень повинен зробити необхідні припущення та обґрунтувати їх, вибрати модель та алгоритм розв'язку, проаналізувати отримані результати, оцінити їх реальність.

Саме тому учням пропонуються непоставлені задачі, тобто задачі, які не мають однозначного, стандартного розв'язку, а вимагають пошуку, творчого підходу.

Теоретичний етап. Перед тим, як отримати допуск до вико-

нання експериментальної частини розв'язання поставленої проблеми, учень повинен запропонувати реалістичний, теоретично обґрунтований метод її вирішення, скласти перелік необхідних приладів та обладнання і визначитися з почерговістю проведення експерименту.

Експериментальний етап. Отримавши допуск до практичної частини роботи, учень повинен її виконати, оцінити реальність одержаних результатів, обчислити похибки та пояснити їх виникнення і, по можливості, досягти максимальної точності вимірювання на даному обладнанні. Якщо дані експерименту значно відрізняються від теоретично прогнозованих, вказати на причини розбіжності. Якщо експеримент провести неможливо, він може бути замінений комп'ютерним моделюванням.

Захист проекту. Це завершальний етап, на якому підводяться підсумки проведеної роботи та отриманих результатів, обґрунтовується доцільність запропонованого методу.

Цей етап може проводитися в двох формах:

- а) дискусії чи полеміки з однокласниками;
- б) захисту проекту у формі діалогу з викладачем.

Саме під час захисту відзначаються позитивні моменти, оригінальність вирішення поставленої проблеми, а також недоліки та можливі упущення. Аналізуються варіанти покращення точності та досконалості проведення теоретичної та експериментальної частин дослідження.

Наш досвід дозволяє стверджувати, що проведення навчальної літньої практики у формі реалізації творчих проектів сприяє розвитку творчих здібностей учнів, формуванню їх практичного досвіду використання теоретичних знань при розв'язуванні фізичних задач.

Зразки задач літньої навчальної практики з фізики у Дрогобицькому педагогічному ліцеї:

1. Яку мінімальну температуру повинна мати вода, щоб кинутий в неї лід тріснув?
2. Опишіть з фізичної точки зору, як нашим предкам вдавалося видобувати вогонь за допомогою тертя. Оцініть час, який потрібний для видобутку вогню.
3. Тенісну кульку випускають з рук на кам'яну підлогу. Скільки часу вона буде стрибати?

4. Запропонуйте спосіб експериментального визначення горизонтальної складової магнітного поля Землі.
5. Визначити швидкість розтікання чорнильної плями, якщо капнути чорнилом на фільтрувальний папір.
6. Оцініть, скільки води може міститися в густому тумані.
7. Визначте дальність дії водяної зброї, виготовленої з пластикової пляшки зі зробленим у корку отвором. “Зброя” приводиться в дію зусиллям рук.
8. Скільки піску треба засипати у піщаний годинник, щоб він “йшов” 5 хвилин?
9. Якою повинна бути товщина стінок звичайної склянки, щоб вона не тріснула при швидкому наповненні її окропом?
10. За який час розрядиться електроскоп?
11. З якою швидкістю наростає “снігова шуба” на стінках побутового холодильника?

**STUDYING BIOPHYSICAL CONDITIONS
OF FORMING ORDERED AND CHAOTIC STRUCTURES
ON THE EXAMPLE MATHEMATICAL MODEL**

V.I. Grytsay
Kiev, National Agrarian University
vgachok@bitp.kiev.ua

The mathematical model of the bioselective membrane biosensor is constructed [1, 2]. The origin and destruction periodicity of the self-organizing space-time structures depending on the diffusion coefficient values is studied. The conditions inducing the space-time chaos are found.

The model is constructed in conformity to a general diagram of biochemical process course taking into consideration a diffusive mass transfer of reagents is as follows:

$$\frac{\partial G(x,t)}{\partial t} = D_G \frac{\partial^2 G(x,t)}{\partial^2 t} + \frac{G_0}{N_3 + G + \gamma_2 \psi} - l_1 V(E_1) V(G) - \alpha_3 G, \quad (1)$$

$$\frac{\partial P(x,t)}{\partial t} = D_P \frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial^2 t} + l_1 V(E_1) V(G) - l_2 V(E_2) V(N) V(P) - \alpha_4 P, \quad (2)$$

$$\frac{\partial B(x,t)}{\partial t} = D_B \frac{\partial^2 B(x,t)}{\partial^2 t} + l_2 V(E_2) V(N) V(P) - k_1 V(\psi) V(B) - \alpha_5 B, \quad (3)$$

$$\frac{\partial N(x,t)}{\partial t} = -l_2 V(E_2) V(N) V(P) - l_7 V(Q) V(N) + k_{16} V(B) \frac{\psi}{K_{10} + \psi} + \frac{N_0}{N_4 + N} - \alpha_6 N, \quad (4)$$

$$\frac{\partial E_1(x,t)}{\partial t} = E_{10} \frac{G^2}{\beta_1 + G^2} \left(1 - \frac{P + mN}{N_1 + P + mN}\right) - l_1 V(E_1) V(G) + l_4 V(e_1) V(Q) - \alpha_1 E_1, \quad (5)$$

$$\frac{\partial e_1(x,t)}{\partial t} = -l_4 V(e_1) V(Q) + l_1 V(E_1) V(G) - \alpha_1 e_1, \quad (6)$$

$$\frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} = 6lV(Q^0 + q^0 - Q)V(O_2)V^{(1)}V(\psi) - l_6V(e_1)V(Q)_1 - l_7V(Q)V(N), \quad (7)$$

$$\frac{\partial O_2(x,t)}{\partial t} = D_{O_2} \frac{\partial^2 O_2(x,t)}{\partial x^2} + \frac{O_{20}}{N_5 + O_2} - lV(Q^0 + q^0 - Q)V(O_2)V^{(1)}V(\psi) - \alpha_7 O_2, \quad (8)$$

$$\frac{\partial E_2(x,t)}{\partial t} = E_{20} \frac{P^2}{\beta_2 + P^2} \frac{N}{\beta + N} \left(1 - \frac{B}{N_2 + B}\right) - l_{10}V(E_2)V(N)V(P) - \alpha_2 E_2, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \psi(x,t)}{\partial t} = l_5V(E_1)V(G) + l_9V(N)V(Q) - \alpha\psi. \quad (10)$$

where: $V(X)=X/(1+X)$, $V^{(1)}(\psi)=1/(1+\psi^2)$

Equations describe concentration change in respective reagents. It was accepted a one-dimensional interpretation of an active portion of medium $[0, s]$. Free diffusion equations are used in border zone: $[-d, 0]$ and $[s, s+d]$. Boundary conditions have been selected respectively: $\partial_x U_{(x=-d)} = \partial_x U_{(x=s+d)} = 0$.

One of the scenarios for 8-fold auto-wave process appearing at $D=0$ is shown at Table 1. Value D corresponds to values at which bifurcation appears and the most interesting conditions are seen. At any other intermediate values the space-time structures are being changed “smoothly” and they are similar to structures corresponding to the nearest lower value D .

Consecutive increase of diffusion ratio causes destruction of old and appearance of new different in type space-time structures. After 8-fold quasi-periodical auto-wave structure ($D=0,0001$) a chaos appears, then – another kind of chaos; localized in a centre 12-fold periodicity dissipative structure, etc. Up to the end of scenario. Auto-wave or chaotic structures appeared are being localized in one, two or three zones separated between themselves with stabilized states. Having increased a diffusion ratio value up to 0,07 we shall obtain a space-time periodical structure of 8-fold period similar to event $D=0,0001$, but its all components at x owing to a high diffusion shall oscillate practically synchronously with very low phases shift.

One of the most interesting effects – when one stabilized space-

unhomogenous structure following bifurcation shall instantly be transferred to another kind of space-unhomogenous stabilized structure.

Table 1. Scenario for formation of space-time structures of different conditions depending on diffusion ratio, at $\alpha=0,033$, $x \in [1,24]$ ($s=22$, $d=2$) and $t \in [10^5 - 10^5 + 10^3]$.

D	Structure	D	Structure
0,000100	$\approx 8*2^0$	0,004501	St. ($1*2^0$) St.
0,001000	Chaos $8*2^\infty$	0,004505	St. ($8*2^0$) St.
0,002000	Chaos $8*2^\infty$	0,004515	St. ($8*2^0$) St.
0,003500	St. ($12*2^0$) St.	0,004518	$1*2^0$ -St.- $1*2^0$
0,003910	St. ($1*2^0$) St.	0,004520	Stable
0,003930	St. ($1*2^0$) St.	0,004530	St. ($1*2^0$) St.
0,003950	Stable	0,004600	St. ($8*2^0$) St.
0,004000	Stable	0,004850	St. ($8*2^0$) St.
0,004050	St. ($8*2^0$) St.	0,0048990	St. ($8*2^0$) St.
0,004070	St. ($8*2^0$) St.	0,0050000	St. ($1*2^0$) St.
0,004090	St. ($1*2^0$) St.	0,0055000	St. ($8*2^0$) St.
0,004100	Chaos $8*2^\infty$	0,0058000	Stable
0,004200	St. ($9*2^0$) St.	0,0059000	Stable
0,004300	$8*2^\infty$ St $8*2^\infty$	0,0059500	Stable
0,004400	StChaos* 2^∞ St	0,0059700	Stable
0,004410	St. ($8*2^0$) St.	0,0059800	Stable
0,004415	St. ($1*2^0$) St.	0,0059900	$1*2^0(8*2^0)1*2^0$
0,004420	Stable	0,0059960	$1*2^0(8*2^0)1*2^0$
0,004425	$1*2^0-(9*2^0)*2^0$	0,0059963	$1*2^0$ St. $-1*2^0$
0,004435	St. ($9*2^0$) St.	0,0059965	Stable
0,004440	Stable	0,0059968	Stable
0,004441	Stable	0,0059970	$1*2^0(8*2^0)1+2^0$
0,004442	St. ($8*2^0$) St.	0,0059973	St. ($1*2^3$) St.
0,004445	St. ($1*2^0$) St.	0,0059975	$1*2^0(8*2^0)1*2^0$
0,004450	St. ($1*2^0$) St.	0,0059978	Stable
0,004500	Stable	0,0059980	St. ($1*2^1$) St.
0,0060000	$1*2^0$ -St.- $1*2^0$	0,0441000	Stable
0,0061000	Stable	0,0500000	Stable
0,0062000	Stable	0,0600000	Stable
0,0063000	Stable	0,0630000	Stable

D	Structure	D	Structure
0,0064000	Stable	0,0650000	Stable
0,0065000	St. ($8*2^0$) St.	0,0660000	Stable
0,0066000	Stable	0,0661000	Stable
0,0067000	Stable	0,0662000	Chaos $n*2^\infty$
0,0068000	St. ($8*2^0$) St.	0,0663000	Chaos $n*2^\infty$
0,0068300	St. ($8*2^0$) St.	0,0665000	Chaos $n*2^\infty$
0,0068500	Stable	0,0666000	Chaos $n*2^\infty$
0,0068800	St. ($8*2^0$) St.	0,0667000	Chaos $n*2^\infty$
0,0070000	St. ($8*2^0$) St.	0,0668000	Unstable Focus
0,0080000	St. ($8*2^0$) St.	0,0669000	Chaos $1*2^\infty$
0,0081000	St. ($1*2^0$) St.	0,0670000	Chaos $n*2^\infty$
0,0082000	Stable	0,0677000	Chaos $n*2^\infty$
0,0083000	Stable	0,0680000	Chaos $n*2^\infty$
0,0085000	Stable	0,0685000	$8*2^0$
0,0087000	Stable	0,0690000	Chaos $n*2^\infty$
0,0100000	Stable	0,0700000	$8*2^0$
0,0120000	Stable	0,0800000	$8*2^0$
0,0200000	Stable	0,1000000	$8*2^0$
0,0300000	Stable	0,3000000	$8*2^0$
0,0440600	Stable	0,5000000	$8*2^0$

Fig 1, a, b, c, d is showing examples of space-time structures $G(x, t)$ at various D value.

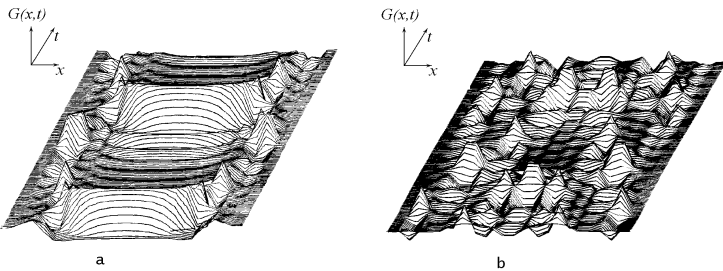


Fig 1. Space-time structures $G(x, t)$;
a – quasi-periodical autwave structure of 8-fold period,
 $D=0,0001$;
b – chaos, $D=0,001$.

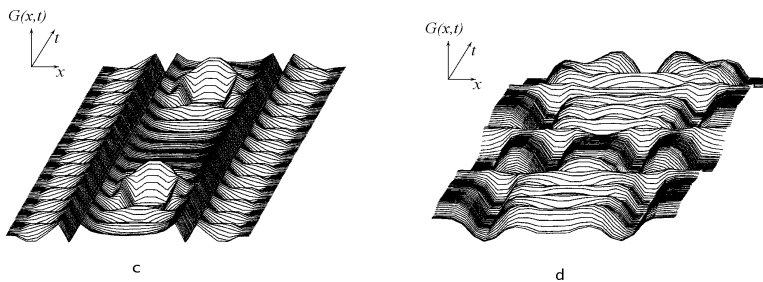


Fig 1. Space-time structures $G(x, t)$;
 c – localization of dissipative auto-wave structures in 3 zones: 9-fold periodical one – in the centre, 1-fold – at adges, $D=0,004425$;
 d – chaos, $D=0,0667$.

Reference.

1. Грицай В.Й. Впорядковані та хаотичні структури в реакційно-дифузійному пористому середовищі. // Вісник Київського університету. – 2002. – №2. – С. 394-400.
2. Grytsay V.I. Studing biophysical of selforganization in microorganisms polation on example mathematical biosensor model. // Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-методичної конференції “Теорія і методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій технічній школі”. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – С. 274–277.

О ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ИСТОЧНИКА ТОКА

Н.С. Губин

г. Харьков, Украинская инженерно-педагогическая академия
fed@postmaster.co.uk

В пособиях по физике источнику тока обычно мало уделяется внимания. Чаще всего о нем кратко говорится в связи с необходимостью определения электродвижущей силы. Отсутствие количественного анализа физических процессов, происходящих в источнике, на наш взгляд, является существенным упущением. Из-за этого, например, при изучении постоянного тока почти не используется понятие электрической энергии как физической величины, в пособиях по физике трудно отыскать в явном виде формулу для электрической энергии, вырабатываемой источником, не достаточно полно раскрыт физический смысл электрических характеристик источника. Ниже показано, как можно устранить существующие недостатки.

Источник тока – это преобразователь неэлектрического вида энергии в электрическую энергию. Основным процессом, происходящим в источнике, является разделение разноименных зарядов за счет работы сторонних сил. Работа сторонних сил обеспечивается непрерывным расходом неэлектрического вида энергии.

Будем считать, что акт разделения состоит в перемещении элементарного положительного заряда с одного полюса источника на другой (положительные заряды выбраны потому, что определение электрических величин и направление тока традиционно относят к положительному заряду). Полюс, с которого отбирается заряд, заряжается отрицательным зарядом, а полюс, на который переносится заряд, заряжается положительным зарядом. В процессе накопления зарядов увеличивается разность потенциалов полюсов, вокруг них образуется электрическое поле. В источнике, который не включен в цепь, разделение зарядов происходит до тех пор, пока сторонние силы не уравновесятся противодействующими кулоновскими силами. Что будет, если сторонние силы вдруг исчезнут? Очевидно, что положительные заряды немедленно устремятся к отрицательному полюсу и там

нейтрализуются. Этот воображаемый эксперимент свидетельствует о том, что все элементарные заряды на положительном полюсе обладают электрической потенциальной энергией. Подчеркнем важнейший факт: в процессе разделения зарядов каждый элементарный заряд приобретает определенную электрическую энергию. Чтобы использовать электрическую энергию зарядов, скопившихся на выходе источника, необходимо дать им возможность двигаться к отрицательному полюсу обходным путем, свободным от сторонних сил. Таким путем является внешний участок цепи, соединяющий два полюса источника. В проводниках этого участка, как и внутри источника, устанавливается электрическое поле, под действием которого заряды движутся от одного полюса к другому, отдавая свою энергию приемникам, включенным в цепь.

Обозначим буквой ε сумму электрических энергий элементарных зарядов, образующих единицу положительного заряда, т.е. один кулон. Пусть за время t сторонние силы выполнили работу $A_{ст}$, вследствие которой внутри источника тока с одного полюса на другой перенесено q единиц заряда. Электрическая энергия, которую получили заряды, равна εq и при этом

$$\varepsilon q = A_{ст} \quad (1)$$

При переносе зарядов сторонними силами приходится преодолевать два препятствия – кулоновские силы и внутреннее сопротивление r источника. Следствием работы сторонних сил на первом препятствии является электрическая потенциальная энергия, с которой заряды появляются на выходе источника, следствием же работы сторонних сил на втором препятствии является джоулевская теплота, выделяющаяся на сопротивлении r . Положительная работа сторонних сил против сил электрического поля равна работе сил самого поля, взятого со знаком минус. Таким образом,

$$A_{ст} = -(\varphi_- - \varphi_+)q + I^2 r t, \quad (2)$$

откуда следует, что

$$\varepsilon q = I r q + U q, \quad (3)$$

где U – напряжение на зажимах источника, равное разности потенциалов $\varphi_+ - \varphi_-$ полюсов, $q = I t$.

Как видно из (3), электрическая энергия, полученная зарядами в количестве εq , частично теряется внутри источника в коли-

честве Irq , а в количестве Uq поступает на выход источника. Обозначим через W_ε полную электрическую энергию, выработанную источником за время t , через W_U – электрическую энергию, которая под напряжением U передается приемникам. Тогда

$$W_\varepsilon = \varepsilon q = \varepsilon It, \quad (4)$$

$$W_U = Uq = Uit. \quad (5)$$

Энергетические возможности источника тока оцениваются величиной, показывающей, сколько электрической энергии он может выработать за единицу времени. Эту величину называют электрической мощностью источника. Обозначив ее P_ε , получим

$$P_\varepsilon = \frac{W_\varepsilon}{t} = \varepsilon I. \quad (6)$$

Из (3) следует закон сохранения электрической энергии в расчете на единицу заряда:

$$\varepsilon = Ir + U. \quad (7)$$

Охарактеризуем величины этого равенства.

1. Величина ε , равная электрической энергии, приходящейся на единичный заряд, в пределах правильного использования источника есть величина постоянная, не зависящая от величины тока. Ее численное значение зависит от принципа действия и устройства источника. Величина ε является основной электрической характеристикой источника тока, ее принято называть *электродвижущей силой* (ЭДС). Обычно ЭДС определяют через работу сторонних сил. Но работа – величина, которой описывают физический процесс. Она, в отличие от энергии, не может накапливаться и сохраняться. При холостом ходе источника сторонние силы заблокированы кулоновскими силами, поэтому процесс разделения зарядов прекращается, но ЭДС не исчезает. Очевидно, что есть смысл ЭДС определять через энергию: ЭДС источника – *это величина, равная электрической энергии, которую получает в источнике тока каждая единица положительного заряда вследствие работы сторонних сил.*

2. Величина Ir равна той части электрической энергии единичного заряда, которая на внутреннем сопротивлении превращается в теплоту. Произведение тока на сопротивление принято называть *омическим падением напряжения* или *омическим падением потенциала*.

3. Напряжение U на зажимах источника равно электриче-

ской энергии, с которой каждый единичный заряд покидает источник тока и поступает во внешний участок цепи.

Для удобства использования уравнение (7) записывают относительно напряжения:

$$U = \varepsilon - Ir. \quad (8)$$

Из (8) следует: напряжение на зажимах источника равно ЭДС за вычетом падения напряжения на внутреннем сопротивлении. Уравнение (8) дает связь между электрическими величинами источника в различных режимах работы, поэтому его можно назвать *уравнением электрического состояния источника* [1]. Так, в режиме холостого хода, когда $I=0$, напряжение равно ЭДС. Это означает, что ЭДС можно измерить вольтметром при условии, что его включение существенно не скажется на равенстве между напряжением и ЭДС. Как следует из (8), это возможно только при достаточно большом сопротивлении вольтметра.

Из уравнения (8) следует и другое крайнее состояние источника, когда $I_k r = \varepsilon$ и $U=0$. Это состояние *короткого замыкания*, при котором зажимы источника случайно соединяются проводником с очень малым сопротивлением. Ток короткого замыкания I_k может достигать значений, при которых происходит перегрев и возгорание изоляции проводов, что недопустимо. Поэтому против короткого замыкания применяются автоматические аппараты защиты, среди которых простейшим является плавкий предохранитель.

Из уравнения (8) легко получается формула закона Ома для замкнутой цепи. В заключение заметим, что, несмотря на значительную физическую информативность уравнения (8), оно редко встречается на страницах учебных пособий, при этом его выводят из закона Ома [2].

Литература

1. Трегуб А.П. Электротехника. –К.: Вища школа, 1987. – 600 с.
2. Рымкевич П.А. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1975. – 463 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FDTD МЕТОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

В.В. Данилов, Д.Г. Макаров, М.А. Брендель, А.Ю. Нечипорук
г. Киев, Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко
chira@univ.kiev.ua

1. Введение

Эффективное осуществление современного учебного процесса немислимо без применения высокопроизводительной вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения, в том числе, для моделирования сложных физических явлений. К сожалению, состояние компьютерной базы высших учебных заведений Украины вряд ли в полной мере на настоящий момент отвечает современным требованиям. В то же время, во многих странах мира введены и успешно работают государственные программы по обеспечению вузов учебными демонстрационными пакетами. Использование качественных демонстраций является необходимым средством для углубления понимания многих, на первый взгляд, известных физических явлений: например, распространения упругих, электромагнитных волн, их интерференции и дифракции, etc. Поэтому актуальным является развитие численных методов (таких, как FDTD, FE и пр.), которые позволяют осуществлять моделирование этих физических процессов.

С другой стороны, такая методика может быть эффективно использована и используется для решения многих прикладных проблем науки и техники, интенсивное развитие которых приводит к существенному усложнению исследуемых систем.

2. Описание методики расчета

Самым распространенным численным подходом, используемым для исследования электромагнитных явлений, есть метод конечных разностей во временной области (FDTD), позволяющий решать нестационарные уравнения Максвелла [1]. Суть метода заключается в следующем: все исследуемое пространство разбивается на элементарные кубы $\Delta x \times \Delta y \times \Delta z$ (в 3D пространстве) и временные интервалы; в некоторой точке полученной сетки

задается начальное условие, которое пересчитывается по рекуррентному алгоритму в соседних точках. Таким образом, можно получить распределение поля в произвольной точке пространства в произвольный момент времени. Понятным недостатком этого простого метода есть его существенная ресурсоемкость: для расчета необходимо использовать современные компьютеры с большим объемом оперативной памяти.

Рассмотрим уравнения Максвелла для линейной изотропной среды в системе СИ:

$$\operatorname{rot}\vec{H} = \sigma\vec{E} + \varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial\vec{E}}{\partial t}, \operatorname{rot}\vec{E} = \mu\mu_0 \frac{\partial\vec{H}}{\partial t}, \operatorname{div}\vec{H} = 0, \operatorname{div}\vec{E} = 0,$$

здесь ε , μ , σ – диэлектрическая, магнитная проницаемость и проводимость; эти константы не зависят от времени. Известно, что волновое уравнение в этом случае имеет вид:

$$-\Delta\vec{E} + \mu\mu_0\sigma \frac{\partial\vec{E}}{\partial t} + \frac{\varepsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} = 0. \quad (1)$$

Для 2D-геометрии компоненты поля E_x , E_y и H_z можно принять равными нулю (поскольку $\partial/\partial z=0$), и рассматривать распространение только TH -моды. Таким образом, получаем скалярное уравнение для E_z компоненты поля:

$$\frac{\partial^2 E_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_z}{\partial y^2} - \mu\mu_0\sigma \frac{\partial E_z}{\partial t} - \frac{\varepsilon\mu}{c^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} = 0. \quad (2)$$

Представив это уравнение в виде конечных разностей, получим рекуррентное соотношение для определения компоненты E_z :

$$E_{z(i,j)}^{n+1} = \frac{1}{(1 + \alpha_{(i,j)}\Delta t)} \left[2E_{z(i,j)}^n - E_{z(i,j)}^{n-1} (1 - \alpha_{(i,j)}\Delta t) + \frac{c\Delta t}{\varepsilon_{(i,j)}\Delta x} \times \right. \\ \left. [E_{z(i+1,j)}^n + E_{z(i-1,j)}^n - 2E_{z(i,j)}^n] + \frac{c\Delta t}{\varepsilon_{(i,j)}\Delta y} [E_{z(i,j+1)}^n + E_{z(i,j-1)}^n - 2E_{z(i,j)}^n] \right] \quad (3)$$

Здесь $\alpha_{(i,j)}$ – поглощение (усиление) волны (в последующих выкладках и примерах принято $\alpha=0$), c – скорость света в вакууме. Поскольку в работе рассматриваем немагнитные материалы, то принимаем $\mu=1$. Существенным моментом есть то, что при получении (3), первая производная по времени рассчитывалась

симметричным образом, т.е. $\frac{\partial E_z}{\partial t} \rightarrow \frac{E_{z(i,j)}^{n+1} - E_{z(i,j)}^{n-1}}{2\Delta t}$. Кроме того,

при дискретизации, исходя из соображений равноправности всех направлений (изотропность пространства), пространственные производные первого и второго порядка были заменены симметричными разностями. Шаги Δx , Δy и Δt выбирались исходя из критерия стабильности Курранта [2]: $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} > c_{\max} \Delta t$, где c_{\max} – максимально возможная скорость электромагнитной волны в среде.

Для определения оптимальной записи граничных условий нами использован следующий подход: в каждой точке на границе исследуемой области поле пересчитывается согласно (4):

$$\begin{aligned} Ez_{(i,Y)}^n &= Ez_{(i,Y)}^{n-1} + (Ez_{(i,Y-1)}^{n-1} - Ez_{(i,Y)}^{n-1}) / \sqrt{\varepsilon_{(i,Y)}} \\ Ez_{(i,0)}^n &= Ez_{(i,0)}^{n-1} + (Ez_{(i,1)}^{n-1} - Ez_{(i,0)}^{n-1}) / \sqrt{\varepsilon_{(i,0)}} \end{aligned} \quad (4)$$

Легко видеть, что при $\varepsilon=1$ эти соотношения существенно упрощаются: $Ez_X^n = Ez_X^{n-1}$; $Ez_X^n = Ez_X^{n-1}$. То есть, поле на границе считается не рекуррентным способом, а задается программно с учетом показателя преломления на границе.

3. Применение методики

Продемонстрируем результаты использования изложенной методики как для создания удобных демонстрационных пакетов, которые могут быть использованы при проведении лабораторных и демонстрационных работ, так и для решения сложных научных задач.

1) Моделирование дифракции электромагнитной волны с $\lambda=1.5\mu\text{m}$ на щели шириной $D=1\mu\text{m}$ (рис. 1).

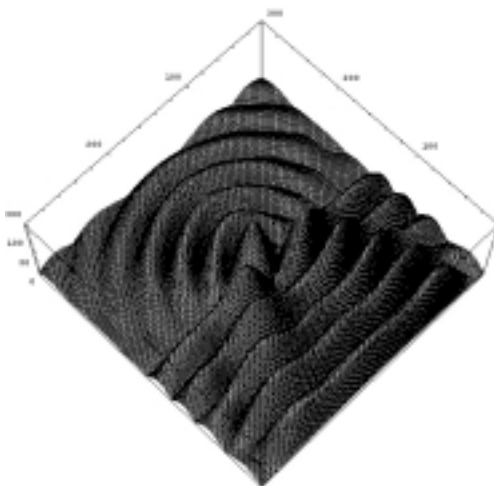


Рис. 1.

2) Моделирование эксперимента Юнга по интерференции электромагнитных волн: ширина щели, расстояние между щелями и длина волны $D=1\mu m$; $d=1\mu m$; $\lambda=1.5\mu m$ (рис. 2).

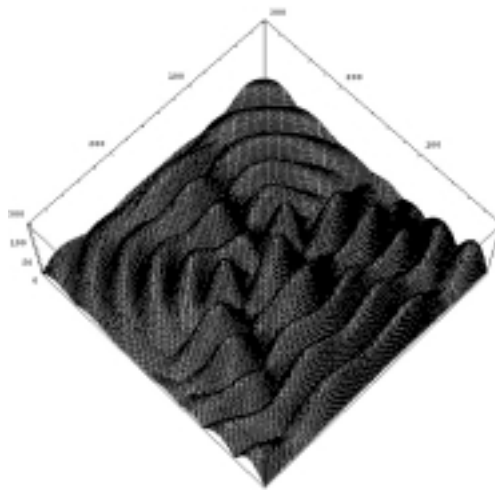


Рис. 2.

3) Моделирование спектральной зависимости коэффициента пропускания по интенсивности $T(\omega)$ при прохождении излучения с $\lambda_0=1.7\mu m$ ($\omega_0=177 THz$) по волноводу с периодическим изменением коэффициента преломления (рис. 3).

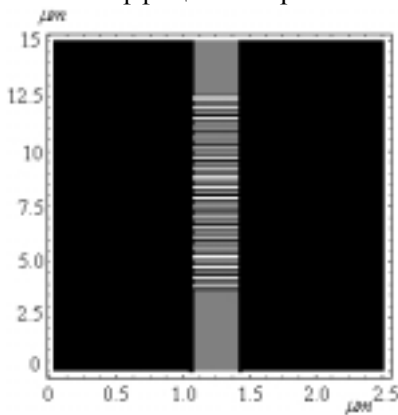


Рис. 3а

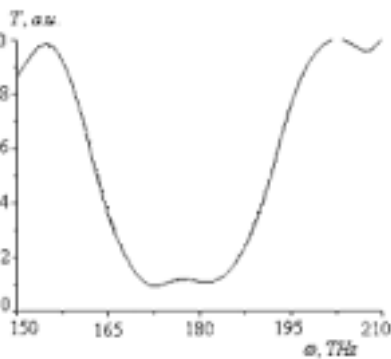


Рис. 3б

Параметры структуры: диэлектрическая проницаемость пространства и волновода 1 и 4; диэлектрическая проницаемость нарезки изменяется от $\epsilon_{\max}=6.25$ до $\epsilon_{\min}=4$; длина одного периода решетки $\lambda_0/4n$, где $n = \sqrt{\epsilon}$.

4) Взаимодействие двух оптических волноводов с помощью кольцевого резонатора (рис. 4) [3].

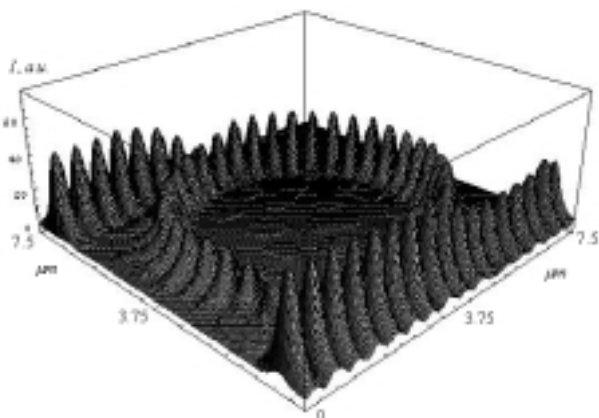


Рис. 4.

Исследуемая область $7.5 \times 7.5 \mu\text{m}$; толщина волноводов и кольца – $0.375 \mu\text{m}$; внешний диаметр кольца – $5.63 \mu\text{m}$. Гармоническое возбуждение задается на границе одного из волноводов.

4. Выводы

В работе показана возможность эффективного использования конечно-разностной методики в учебном процессе для моделирования явлений в различных областях физики, как и для решения прикладных задач науки и техники. Актуальность этого исследования состоит в том, что подобные эксперименты являются дорогостоящими, поэтому многократное их воспроизведение является нежелательным. В то же время, использование численного моделирования позволяет свести затраты на исследование к минимуму.

Внедрение данной методики в учебный процесс средних и высших учебных заведений может быть реализовано в рамках соответствующей целевой программы по созданию демонстрационных пакетов указанного типа.

Литература

1. Yee K.S. // IEEE Trans. Antennas and Prop. 1966 V.AP-14 p.302-307.
2. Svirgel J.A., Mittra R. //IEEE Trans. On Microwave Theory and Techn. 1999 V.47 №3 257-264.
3. Кульчицкий А.К., Логгинов А.С., Майоров А.Ш. // Тез. IV Междунар. конференции «Квантовая электроника», Минск, 2002.

ПРОГРАМНИЙ ПАКЕТ “ХТЕСТ” ДЛЯ КОМП’ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ

О.В. Дворник, Н.Л. Дон^α, В.В. Мартинюк, Г.П. Чуйко^β
м. Херсон, Херсонський державний технічний університет

^α n_don@mail.ru

^β gp47@mail.ru

Сучасний досвід підказує, що проблема підвищення ефективності навчання може бути ефективно розв’язана лише з допомогою ЕОМ. Широке впровадження електронних обчислювальних машин у навчання фундаментальних наук обумовлює необхідність трансформації традиційної теорії та методики передачі знань у нові інформаційні технології навчання, сутністю яких є інтенсифікація та результативність вивчення фізики шляхом використання чинників якісно більш високого рівня.

Вже певний час у системі навчання вищих навчальних закладів практикується так звана блочно-модульна (або кредитно-модульна) система навчання. Про переваги та недоліки цієї системи неодноразово йшла мова, але за умови скорочення аудиторних годин єдиний вихід – проводити блочно-модульний контроль знань студентів.

Завдання викладача фізики у технічному закладі освіти – підібрати такі форми контролю, які б одночасно забезпечували повний облік і оцінку знань та відповідали вимогам учбових програм, обмежених сьогодні понад всі розумні межі. В програмах, утім, звичайно зазначається, що рівень обов’язкових результатів має бути відкритим. Форми контролю повинні передбачати чітке усвідомлення студентами рівня таких обов’язкових вимог.

До відкритих форм контролю, зокрема, належить тестування. Адже тести – це система завдань специфічної форми, яка дозволяє якісно оцінити структуру і виміряти рівень знань, вмінь і навичок; завдань, що вимагають коротких однозначних відповідей і вміння орієнтуватися в можливостях [1].

Зокрема, досить зручно проводити заліки шляхом комп’ютерного тестування студентів протягом семестру по навчальних блоках (модулях), а потім за результатами роботи студентів проводити підсумкове оцінювання.

Використання тестів у навчанні є одним із раціональних доповнень інших форм і методів перевірки знань, вмій і навичок студентів, особливо зручним для поточного контролю при використанні модульно-рейтингової системи оцінок. Окрім того, комп'ютерне тестування можна застосовувати також для самоконтролю та самоперевірки під час самостійної роботи студентів в межах блоків (модулів).

Сьогодні в навчальному процесі широко використовуються нові прогресивні інформаційні технології, що базуються на ЕОМ. Це навчання за допомогою ЕОМ (контролюючі та навчальні програми) та навчання, підсилене використанням ЕОМ.

Комп'ютер та комп'ютерні класи є ефективним і надійним засобом в організації контролю за рівнем засвоєння матеріалу. Викладач має змогу встановлювати початковий рівень знань та вмій студентів, а комп'ютер виконує лише допоміжну функцію – зберігає та перетворює інформацію про діяльність того чи іншого студента, його успіхи та недоліки в знаннях, помилки, підводить підсумки та оцінює знання студента. При цьому слід звернути увагу на те, що з'являються можливості незалежного діагностування рівня знань учнів, опрацювання отриманих результатів та видачі як студентам, так і викладачеві аналізу цих результатів.

На кафедрі загальної та прикладної фізики Херсонського державного технічного університету вже давно практикується комп'ютерна діагностика знань студентів. Останнім часом багато уваги приділяється не лише впровадженню в навчальний процес вже відомих тестових програм [2], а й розробці нових, більш досконалих програмних пакетів, розрахованих на програмне забезпечення вищого рівня. Зокрема, таким пакетом є програма Xtest, розроблена колективом авторів. Вона призначена для комп'ютерного тестування студентів у різних областях знань довільною мовою.

Програма працює під керуванням операційних систем Windows 9x/ME/NT/2000/Хр.

Мінімальні вимоги до апаратної частини комп'ютера:

- процесор 5x86 з тактовою частотою 90 МГц;
- 16 Мб оперативної пам'яті.

Програма складається з одного вікна, на яке послідовно ви-

водяться: інформація про тест, запит для введення ім'я і групи та запитання з ілюстраціями (якщо є) і варіантами відповідей.

Розділ опису тесту містить інформацію про тест, яка виводиться перед тестом (рис. 1).

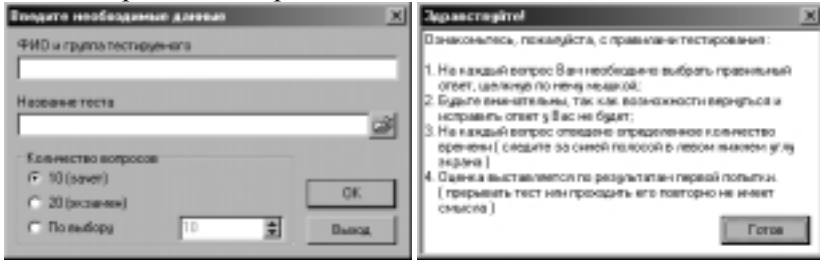


Рис. 1.

Розділ оцінок містить повідомлення і кількість балів для кожної оцінки. Кількість рівнів оцінювання може бути довільною.

Розділ запитань складається з запитань, шляху до файлу ілюстрації (якщо є), альтернативних відповідей та, відповідно, балів за кожну відповідь, а також тут вказується час, за який потрібно дати відповідь на запитання. Файл тесту не має обмеження на розмір і передається програмі як перший параметр командного рядка. Це дає змогу для кожного окремого тесту створити свій ярлик.

Другим параметром є файл результатів, в який заноситься інформація про дату тестування, ім'я та групу того, хто проходив тест, кількість набраних балів та оцінку. Якщо другий параметр не заданий, то автоматично створюється файл "result.txt" в папці програми (або, якщо він вже існує, інформація додається в кінець файлу). При роботі в мережі можна вказати один для всіх файл (наприклад на комп'ютері викладача) в який запишуться всі результати.

Файл тесту оформляється як текстовий документ і складається з трьох розділів: розділу опису тесту, розділу оцінок та розділу запитань.

Програма має довідкову систему, яка викликається при натисканні кнопки в нижньому правому куті вікна програми.

В кінці тесту виводиться повідомлення про результат тестування. Результат тестування записується у файл (рис. 2).

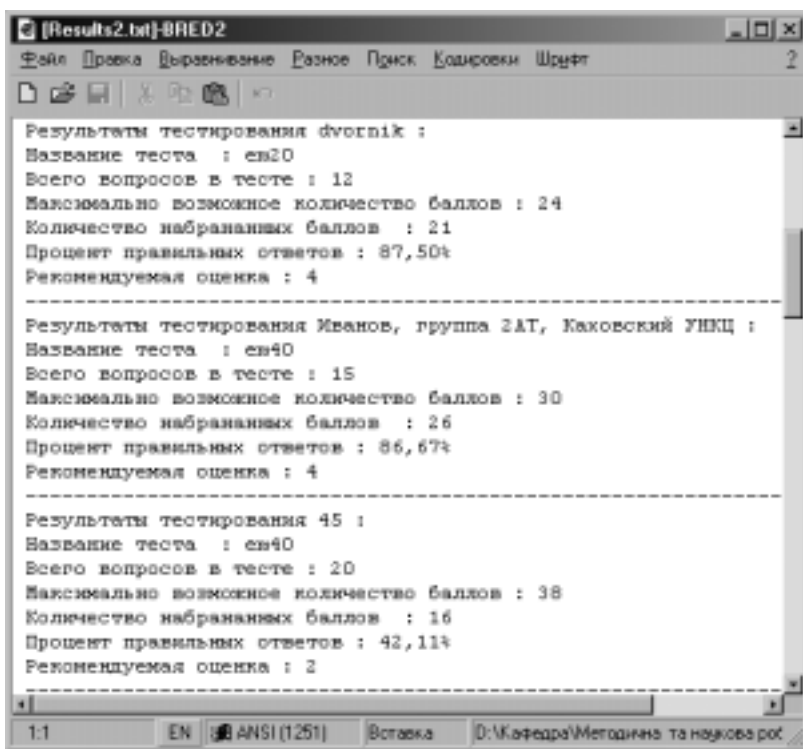


Рис. 2.

Роботу тестової програми було перевірено під час проведення атестації знань студентів з фізики денного відділення 2 курсу Каховського навчально-наукового центру Херсонського державного технічного університету. Матеріал з фізики другого семестру (курс фізики вивчається на протязі двох семестрів) було поділено на три розділи. Відповідно атестація знань студентів проводилася в два етапи. Перевірялися знання студентів з розділу “Електромагнетизм” та розділів “Коливання та хвилі”, “Квантова фізика”. Наприклад, тест з електромагнетизму містить 41 питання, з яких 6 є задачами, тест з коливань та хвиль – 42 питання, з яких 9 є задачами. Решта питань – теоретичного змісту. Питаннями тесту є питання самоконтролю студентів до відповідного розділу. Отже, студенти повинні були відповісти на всі тестові питання заздалегідь.

Під час складання тесту студенти обирали вірну відповідь з набору можливих. Вони повинні були вказати правильну відповідь на 12 питань тестового завдання, які випадковим чином генерувалися. Відповіді до кожного питання генерувалися у випадковому порядку. На відповідь по кожному з питань відводилося понад 3-4 хвилин. Якщо питанням була задача, студенти повинні були вирішити її та з можливих варіантів відповідей обрати вірну.

Результати перевірки роботи тесту показали, що така методика підготовки та складання тесту студентами дозволяють об'єктивно оцінити знання студентів та гарантують засвоєння студентами основних фізичних понять, відповідних позначень фізичних величин та законів. Слід наголосити на збільшенні частки самостійної роботи студентів, при цьому здійснюється творчий підхід у досягненні поставленої мети.

Розроблена методика залікового тестування студентів в навчальному процесі з фізики дозволяє реалізувати поставлені перед ним завдання [3].

Література

1. Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний. Монография. – М.: Исследовательский центр, 1994. – 168 с.
2. Беднарський В.В., Дворник О.В., Дон Н.Л., Чуйко Г.П. До питання комп'ютерного тестування студентів // В зб. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: зб. наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003.– Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – 360 с. –С. 19-21.
3. Новые информационные технологии и реформа образования // Информатика и образование. – 1993. – №3. – С. 25-32.

ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ В ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ З ФІЗИКИ

О.І. Денисенко

м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний аграрний
університет

Функції розподілу по параметру фізичних об'єктів (наприклад по швидкостях, імпульсах, енергіях, розмірах, довжинах хвиль, частотах і т.д.) і їх аналіз складають основу ряду розділів лекційного курсу загальної фізики, але в сучасному вузівському лабораторному практикумі лабораторні роботи з експериментального визначення функцій розподілу практично відсутні.

Насичення вузів комп'ютерною технікою створює умови для ефективної комп'ютеризації лабораторного практикуму у вищій технічній школі [1, 2], генерації цілісних програмно-апаратних проблемно-орієнтованих дослідницьких комплексів, що могли б використовуватись також і для науково-дослідницької роботи [3, 4].

Комп'ютеризація фізичного лабораторного практикуму на основі розвинутого модульного принципу синтезу плат буферних пристроїв з функціональних вузлів [4] дозволяє реалізувати комплексну оптимізацію реєстрації функцій розподілу по параметрах фізичної величини.

На прикладі лазерних аналізаторів дисперсної фази проаналізуємо основні етапи перетворення інформації в оптичних і електронних вузлах програмно-апаратного комплексу з точки зору оптимізації швидкості набору статистичної інформації.

Реалізація алгоритму визначення функції розподілу по параметрах частинок для полідисперсного, полішвидкісного, політемпературного двохфазного потоку можлива за умови забезпечення експериментальної реєстрації функції розподілу сигналів по їх параметрах з достатнім ступенем показності вибірки [5, 6].

Першим етапом роботи лазерних аналізаторів дисперсної фази є формування оптичного сигналу при перетинанні одиночною частинкою дисперсної фази сформованого лазерним променем вимірювального об'єму. До цього етапу, як правило, пред'являються вимоги забезпечення функціонального зв'язку

між параметрами сигналів і параметрами частинок дисперсної фази та оптимізації співвідношення сигнал-шум через узгодження вимірювального об'єму з діапазоном розмірів частинок досліджуваного потоку.

Після перетворення за допомогою фотоелементу оптичних сигналів в електричні, маємо послідовність електричних імпульсів, параметри яких зв'язані з параметрами формуючих їх частинок дисперсної фази.

Другим етапом перетворення інформації є оцифровка параметрів електричних імпульсів. Ведучими тенденціями удосконалення вузла оцифровки є напрямки розширення переліку вимірюваних параметрів електричних імпульсів, підвищення швидкодії оцифровки, збільшення кількості градацій дискретизації по кожному параметру, забезпечення одночасності оцифровки двох і більш параметрів одного електричного імпульсу.

На третьому етапі організується накопичення статистичних даних про параметри сигналів від часток двохфазного потоку. Вимоги до удосконалення вузла накопичення статистичної інформації визначаються тенденціями забезпечення збільшення швидкодії реєстрації інформації і нарощування ємності для зберігання статистичної інформації.

На четвертому етапі перетворення інформації програмними засобами в діалоговому режимі на ПЕОМ реалізуються методики для калібрування і одержання з експериментальних даних розподілів по параметрах часток дисперсної фази двохфазного потоку.

До цього етапу обробки інформації з погляду його оптимальної організації пред'являються вимоги формування і наповнення банку алгоритмів математичних перетворень, що оптимізують необхідні методики для спектра практичних цілей діагностики двохфазного потоку, компактність і інформативність проміжних і підсумкових результатів математичної обробки експерименту.

На підставі аналізу розглянутих етапів перетворення інформації в оптичних і електронних вузлах інформаційного тракту лазерного спектрометра дисперсної фази вимога оптимізації швидкості реєстрації інформації конкретизована як необхідність мінімізації тривалості часу оцифровки і реєстрації параметрів одиночного сигналу, а також визначення критерію оптимальнос-

ті при використанні величини вимірювального об'єму в якості підстроювального параметру.

Швидкодіючий електронний нагромаджувач статистичної інформації доцільно реалізувати на лічильниках на елементах пам'яті. Перевага матричної системи розфасовки статистичної інформації наростає в порівнянні з прямою адресацією прямо пропорційно кількості реєстрованих параметрів і середньому числу накопичуваних в одному інтервалі дискретизації сигналів для рівних обсягів вибірок.

Критерієм оптимальності запропоновано використовувати функцію розподілу по інтервалах між імпульсами, оптимізуючи зміною форми і розмірів вимірювального об'єму реалізацію вигоди одночасткового наближення.

Найбільш перспективним є формування вимірювального об'єму у вигляді перпендикулярно зорієнтованої відносно досліджуваної двохфазної течії плоскої вимірювальної зони мінімальної товщини, обмеженої максимальним розміром дисперсних частинок.

Література

1. Козлов В.М., Хлынцев В.П., Калениченко В.В. Использование ПЭВМ при изучении курса общей физики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць.– Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – т. 2. – С. 150-153.
2. Денисенко О.І. Застосування комп'ютерної техніки при викладанні фізики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – т. 2. – С. 108-110.
3. Попов Ю.Н., Мирошніченко Н.Г., Меньяйло В.Ю. и др. Применение методов научного исследования в лабораторном практикуме по физике. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – т.2. – С. 276-281.
4. Денисенко О.І., Ковтун В.В. Комп'ютеризація лабораторного практикуму з фізики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць. – Кри-

- вий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – т.2. – С. 84-87.
5. Денисенко О.І. Лазерна діагностика дисперсної фази полідисперсного, полішвидкісного, політемпературного плазмового потоку. // В зб. праць VI міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта–2003”. – т. 7. – С. 25-26.
 6. А.Р. Nefedov, О.Ф. Petrov, А.І. Denisenko et al., *Optical Diagnostics of Plasma and Particle in an Atmospheric Pressure Dusty Plasma*, Physica Scripta. Vol. 65, 1-7, **2002**.

ПОСТРОЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО КОНСПЕКТА КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Е.В. Дудьянова

г. Донецк, Донецкий национальный университет
elena@dise.donbass.com

Задачей высшей школы является формирование у студентов научного мировоззрения, системы современных профессиональных знаний, а также развитие творческих способностей. Эта задача решается в процессе обучения. Вузовское обучение в значительной степени отличается от школьного в первую очередь тем, что усвоение научных знаний и приобретение практического опыта происходит под знаком профессиональной направленности, т.е. в плане подготовки к деятельности в области избранной профессии [1]. Поскольку высшая школа призвана выпускать специалистов, готовых к работе по специальности, обучение в вузе должно строиться на основании деятельностного подхода. Для этого необходимо организовать учебную деятельность. Мы предлагаем рассмотреть построение семантического конспекта как один из видов учебной деятельности при подготовке преподавателей физики.

Семантическим конспектом называется полный набор семантических фактов предметной области, расположенных в порядке изучения материала. Семантический конспект по курсу общей физики был разработан на кафедре общей физики и методики физики Донецкого национального университета [2].

Все высказывания семантического конспекта пронумерованы. Номер каждого высказывания состоит из двух частей, разделенных точкой. Первая часть – это номер раздела, к которому принадлежит данное высказывание, вторая часть – порядковый номер высказывания в данном разделе. Кроме того, после высказывания стоят номера других высказываний, от которых данное зависит, которыми оно определяется, из которых следует. Например:

2.26. Первый закон Ньютона, или закон инерции, утвержда-

ет, что существуют системы отсчета, относительно которых тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, если сумма сил, действующих на тело, равна нулю (1.1; 1.4; 2.2).

2.27. Системы отсчета, в которых выполняется закон инерции, называются инерциальными, а все остальные – неинерциальными (1.4; 2.26) и т.д. [2].

Связи между высказываниями могут быть очень простыми, например, ссылки на термины, которые употребляются в данном высказывании, и более сложными, глубокими, например, связь причины и следствия. Они, по существу, задают определенную структуру предметных знаний, определяют развитие учебного предмета, формальную логическую схему рассуждений.

Следует обратить особое внимание на то, что семантический конспект ни в коей мере не должен и не может заменить учебник, а только облегчает пользование им, делает его доступнее.

Несмотря на кажущуюся простоту, написание семантического конспекта – дело очень сложное. Оно требует глубокого знания учебной дисциплины, умения анализировать, синтезировать, обобщать учебный материал. Такая работа заставляет вдумываться в каждое предложение, в каждую мысль, изложенную в учебнике [3]. Именно поэтому составление семантического конспекта является одним из видов учебной деятельности будущих преподавателей физики, обучающихся на кафедре общей физики Донецкого национального университета.

Перед студентами ставится задача – построить семантический конспект по некоторому разделу школьного курса физики. Эта работа включает следующие этапы:

1. Из различных учебников нужно выбрать основные (по мнению автора семантического конспекта) высказывания по указанному разделу.

2. Полученные данные следует проанализировать и выбрать те высказывания, которые будут лежать в основе семантического конспекта. Высказывания должны быть правильными с точки зрения физики; в них не должно быть противоречий и двусмысленностей; их формулировки должны быть лаконичными, содержать только необходимое; структура высказываний должна подчиняться логике построения литературно правильной речи.

Следует также помнить о тех, на кого будет ориентирован будущий семантический конспект, т.е. его содержание должно соответствовать уровню подготовки его будущих пользователей.

3. Отобранные высказывания следует расположить в порядке их изучения. При этом формулировка высказывания может полностью совпадать с формулировкой авторов учебника или содержать некоторые изменения. Автор конспекта имеет право убирать те высказывания, которые, по его мнению, не нужны, и добавлять высказывания, которых не было ни в одном из рассмотренных им учебников, но которые он считает необходимыми.

4. Далее нужно еще раз проанализировать высказывания полученного семантического конспекта, обращая особое внимание на порядок их следования. Чтобы конспект соответствовал логике познания, понятия должны вводиться через определения до того, как они будут использованы в других высказываниях. Смысл высказывания должен формироваться предыдущими, а не последующими высказываниями.

5. На последнем этапе следует пронумеровать высказывания и установить связи между ними, т.е. после высказываний указать номера тех высказываний, на которых они базируются.

Работа по созданию семантического конспекта является творческой, поэтому интересна для будущих преподавателей. В ходе такой работы формируется критическое отношение к материалу учебников, студенты учатся соотносить написанное в учебнике с той аудиторией, для которой этот учебник предназначен. Здесь они могут применить не только свои знания физики, но и знания педагогики и психологии. Это важно, потому что целью обучения является не приобретение знаний, а именно их применение в деятельности.

При простом чтении учебника внимание рассеивается и человеку, особенно знающему предмет, трудно выделить недочеты в тексте. Составление семантического конспекта позволяет проанализировать точность и правильность формулировок основных положений курса.

При построении семантического конспекта, в частности, при анализе порядка высказываний и их взаимосвязей, студенты выявляют межпредметные связи, т.е. те сведения из других облас-

тей знаний, которые необходимы для понимания того или иного высказывания. Кроме того, для понимания высказываний могут понадобиться сведения из курса физики, изученные ранее, а значит, уже забытые и требующие повторения. Работа над семантическим конспектом заставляет в явном виде выделить все знания, необходимые для усвоения того или иного высказывания.

После учебы в университете или институте молодые преподаватели настолько привыкают ко многим физическим понятиям, что считают их смысл очевидным и само собой понятным. Но для учеников многие понятия непривычны и требуют подробного объяснения. Речь студентов за годы учебы также приобретает определенные особенности, и зачастую бывает перегружена терминами, специфическими конструкциями, излишне сложными предложениями и т.д., что может повредить пониманию материала учащимися. Работа над семантическим конспектом, тщательный анализ формулировок высказываний, необходимость сделать их научными, но вместе с тем понятными и корректно сформулированными, позволяет студентам анализировать и совершенствовать свою речь.

Таким образом, составление семантического конспекта является важным видом учебной работы для будущих учителей физики, поскольку позволяет им применять полученные знания и готовит их к трудовой деятельности.

Литература

1. Арыдин В. М., Атанов Г. А. Учебная деятельность студентов. – Донецк, ЕАИ-пресс, 2000. – 80 с.
2. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: Изд-во ДООУ, 2002. – 504 с.
3. Программированный опорный конспект по физике: Учеб. Пособие / Г.А. Атанов, Т.Д. Белая, Б.И. Бешевли и др. – К.: НМК ВО, 1992. – 106 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ “ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ”

Ю.В. Єчкало, О.А. Коновал
м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний
університет

Традиційно методикам навчання окремих дисциплін надається дуже велике значення. Боротьба за якість навчання може бути успішною лише при умові застосування ефективних методів викладання.

Наукова розробка окремих питань методики викладання фізики фактично розпочалась в нашій країні в останній чверті ХІХ ст. [1] і продовжується дотепер. Кожний розділ курсу фізики зазнав у цьому процесі багатьох змін у змісті навчального матеріалу, порядку та формі його викладання, і чи не найбільше дискусій стосувалося й стосується методики викладання електромагнітних явищ.

У даній темі відбувається ознайомлення з властивостями одного з видів матерії – поля. Формування поняття поля відіграє важливу роль у розвитку діалектико-матеріалістичного світогляду [2]. Вдале викладення понять електричного, магнітного та електромагнітного полів є базою для успішного оволодіння одним з фундаментальних розділів сучасної фізики, який багато в чому визначає науково-технічний прогрес.

Ми поділяємо точку зору на модернізацію курсу фізики в середній школі, викладену в [3, с. 77]: “Модернізація курсу фізики передбачає не тільки включення в нього питань сучасної фізики, але й викладення питань класичної фізики (в значній частині навіть традиційних) по-новому, із застосуванням нових методів дослідження і прийомів мислення, а також вимагає посилення класифікації, систематизації та узагальнення знань під кутом зору загальних ідей... Його науковий рівень має відповідати сучасному рівню розвитку науки, і разом з тим цей курс повинен бути доступним для учнів масової школи за обсягом і глибиною викладу”.

У природі існує єдине електромагнітне поле, яке за певних умов проявляє себе або як електричне, або як магнітне. У серед-

ній та вищій школі цей складний матеріальний об'єкт вивчається у декілька етапів. Спочатку вивчається електростатичне поле та його властивості, потім стаціонарне електричне та магнітне поля. Учні (студенти) витрачають багато часу на засвоєння цих понять незалежно одне від одного, “психологічно звикають до цих полів як до окремих субстанцій, між якими не встановлюється жодних зв'язків” [4, с. 53] (також на цей недолік зверталася увага у [4, 11, 12]), і тому при потребі усвідомити електромагнітне поле як об'єктивну реальність, що існує незалежно від того, в якій системі відліку ми ставимо дослід, зустрічаються зі значними труднощами.

В електродинаміці вивчають найпоширеніший вид взаємодії між тілами і частинками – електромагнітну взаємодію. Одним з результатів, якими збагатилася фізика в процесі вивчення електромагнітних взаємодій, було встановлення двох взаємопов'язаних і взаємоперетворюваних видів матерії: речовини і поля. Погляди щодо визначення поняття єдиного електромагнітного поля та встановлення взаємозв'язку електричного та магнітного полів неодноразово змінювалися. Не потребує обговорення той факт, що в курсі фізики вчення про електромагнітне поле треба належно висвітлити. У збірнику термінів [5] електромагнітне поле визначено як особливий вид матерії, яка відзначається безперервним розподілом у просторі, характеризується здатністю поширюватися у просторі з швидкістю світла і чинить на заряджені частинки силову дію, що залежить від їх швидкості. У посібнику [6] додатково відзначається, що для електромагнітного поля характерна відсутність маси спокою. Це поле має корпускулярну структуру і складається з особливих частинок – фотонів (квантів електромагнітного поля), які можуть виявлятися в різних формах (радіохвилі, видиме світло, рентгенівські промені), але мають істотні спільні властивості (однакова швидкість, електрична нейтральність, відсутність маси спокою). На відміну від речовини, електромагнітне поле більше виявляє хвильові властивості, причому кожному фотону властива певна довжина хвилі.

У багатьох підручниках фізики, що видавалися того часу, за свідченням автора [6] поле означалось як простір, в якому діють електричні сили або як особливий стан середовища, що містить

електричні заряди. Ці означення не дають незалежного матеріалістичного пояснення поняття “поле”. Згідно сучасних філософських уявлень простір (як і час) є формою існування матерії і не може існувати поза матерією.

За теорією Максвелла, електричне й магнітне поля нерозривно зв'язані, не існують незалежно одне від одного. Але в той же час електромагнітне поле не можна розглядати як просту сукупність електричного та магнітного полів. “Електричне і магнітне поля – вияви єдиного цілого – електромагнітного поля – в різних умовах” [7]. Застосовуючи уявлення про спеціальну теорію відносності, введenu наприкінці 60-х років минулого століття до шкільної програми, провідні методисти [6, 7] рекомендували звертати увагу учнів на те, що поділ електромагнітного поля на електричну і магнітну складові відносний, воно в значній мірі залежить від системи відліку, в якій описується поле. Не менш важливо вказувати на це і студентам вищої школи.

Всі ці факти мають принципово важливе значення для формування у школярів (студентів) фізичної картини світу. У сучасній фізиці вони набули практичного значення: при розв'язуванні конкретних задач про рух заряджених елементарних частинок в електромагнітних полях. Нерідко за допомогою вибору системи відліку можна “позбутися” електричного або магнітного поля, і розв'язок задачі спрощується. Однак існують і певні обмеження, наприклад “чисто електричне поле в одній системі відліку не можна “перетворити” в чисто магнітне поле в якій-небудь іншій системі відліку” [8, с. 47].

Проте сьогодні здобуті учнями знання узагальнюються як з фізичного, так і з методологічного погляду задовго до ознайомлення їх з основами теорії відносності, що, зрозуміло, ускладнює процес навчання. Ілюстрація зв'язку між законами електродинаміки та спеціальною теорією відносності (СТВ) стає можливою (і до того ж тільки якісною) лише при вивченні явища електромагнітної індукції. Отже, незважаючи на те, що класична електродинаміка є по суті своїй релятивістською, відбувається ігнорування при вивченні електродинаміки такої фундаментальної фізичної теорії, якою є СТВ.

Найбільш повно сукупність уявлень про єдине електромагнітне поле (ЕМП) та його властивості можна сформуувати (звичай-

но разом з поясненням загальноприйнятих якісних прикладів) розглядаючи обґрунтування формул перетворення компонент електромагнітного поля (ФПКЕП), та застосування їх для аналізу різноманітних електродинамічних задач.

Нами запропоновано два метода одержання ФПКЕП: а) методика, що ґрунтується на аналізі, з використанням принципів СТВ, добре відомих експериментальних фактів (явище електромагнітної індукції, магнітне поле, що створюється рівномірно зарядженою ниткою, яка рухається вздовж своєї довжини і т.п.) [9]; б) метод, що ґрунтується на детальному аналізі властивостей ЕМП рівномірно та прямолінійно рухомої ($v \ll c$) зарядженої частинки (протона) [10, 11]. Останній органічно впливає із інноваційної методичної концепції вивчення електродинаміки на засадах СТВ [11].

Тобто, з самого початку вивчення теми “Магнітне поле”, після формування поняття “магнітне поле” та розкриття релятивістської природи магнітного поля [12] можна показати, що електричне і магнітне поля зв’язані такими ФПКЕП:

$$E_x = E'_x, E_y = \Gamma(E'_y + vB'_z), E_z = \Gamma(E'_z - vB'_y),$$

$$B_x = B'_x, B_y = \Gamma\left(B'_y - \frac{v \cdot E'_z}{c^2}\right), B_z = \Gamma\left(B'_z + \frac{vE'_y}{c^2}\right).$$

Отже, методика викладання теми “Електромагнітні поле” знаходиться у постійному розвитку і подальше вдосконалення її, сподіваємось, дозволить педагогам наблизитись до ідеалу в навчальній роботі.

Література

1. Розенберг М.Й. Развитие методики навчання фізики в УРСР // Методика викладання фізики. Республіканський науково-методичний збірник. – К.: Радянська школа, 1967. – С. 3-18.
2. Методика преподавания физики в 7-8 классах средней школы. Пособие для учителей / А.В. Усова, В.А. Орехов, С.Е. Каменецкий и др. Под ред. А.В. Усовой – М.: Просвещение, 1990. – 237 с.
3. Основы методики преподавания физики в средней школе / Под ред. А.В. Перышкина, В.Г. Разумовского, В.А. Фабриканта. – М.: Просвещение, 1984.

4. Дідович М.М., Мощенко С.М. Систематизація знань учнів при формуванні поняття електромагнітного поля // Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка, 1998. – С. 53.

5. Терминология теоретической электроники. Сборник рекомендуемых терминов. – М., 1958, вып. 46.

6. Розенберг М.Й. Методика навчання фізики в середній школі. Молекулярна фізика. Основи електродинаміки. – К.: Радянська школа, 1973. – С. 98-99.

7. Ванєєв А.А., Зубицька Е.Г., Яруніна О.Ф. Викладання фізики в 10 класі середньої школи. – К.: Радянська школа, 1980. – С. 63-64.

8. Бугаєнко Г.А. О взаимосвязи электрического и магнитного полей // Физика в школе. – 1971. – №6. – С. 44-47.

9. Коновал О.А. Формування уявлень про відносність та взаємозв'язок електричного та магнітного полів при вивченні електромагнетизму // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2003. – Випуск 51. – Частина 1. – С. 135-141.

10. Коновал О.А. Приклади застосування формул перетворення компонент електромагнітного поля // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – №6.

11. Коновал О.А., Рябоконт Д.В. Відносність електричного і магнітного полів: Методичні аспекти // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т.2. – С. 154–167.

12. Коновал О.А., Єчкало Ю.В. Еволюція поглядів на методику формування уявлень про електромагнітне поле у школярів // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – №1.

ЕЛЕКТРОННИЙ ЗОШИТ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

М.І. Задорожній, В.М. Задорожній
с. Новоюлівка, Новоюлівська середня загальноосвітня школа

Застосування електронних таблиць для обчислень при виконанні лабораторних робіт з фізики вже давно не є відкриттям в тих навчальних закладах, де фізичні кабінети обладнані комп'ютерною технікою. При цьому учні повинні володіти досить високою культурою користування електронними таблицями, що є складним, особливо для учнів 7-9 класів.

Метою нашої роботи є використання можливостей текстового редактора Word для оформлення та виконання лабораторних робіт з фізики з урахуванням 12-бальної системи оцінювання навчальних досягнень учнів.

Перш за все, цей зошит можна роздрукувати на папері і використовувати як друкований зошит для лабораторних робіт з фізики, в якому обчислення виконуються на звичайному калькуляторі.

Використання цього зошита в електронному варіанті дає можливість максимально зменшити час на обчислення та оформлення лабораторних робіт і вивільнити час на проведення фізичного експерименту та його аналізу.

Звіт про виконання лабораторної роботи розміщується на двох сторінках, він містить лише саму необхідну інформацію. Теоретичні відомості та довідковий матеріал, необхідні для виконання лабораторних робіт, винесені в кінець зошита у вигляді довідника фізичних понять.

Для запису фізичних законів та понять у текстовій формі використовується алгоритмічний запис, при якому текст поняття ділиться на частини, що складають його логічну структуру.

В електронному варіанті зошита у звіті лабораторної роботи для найважливіших понять використовуються гіперпосилання з підказкою.

Лабораторна робота містить три рівні завдань та електронних таблиць для їх виконання відповідно до 12-бальної системи оцінювання. Зразок однієї з лабораторних робіт подано нижче.

Фізика 10 клас Тема 1 Ідеальний газ Лабораторна робота № 1

Тема: Вивчення одного з ізопроеців: дослідна перевірка закону Гей-Люссака

Мета: Експериментально перевірити рівність $V_1 : T_1 = V_2 : T_2$

Рівневі завдання:

А(4-6 балів) – виконати одне вимірювання та обчислення величин та порівняти ліву і праву частини рівняння;

Б(7-9 балів) – визначити похибки вимірювальних приладів та відносні похибки обох частин рівняння;

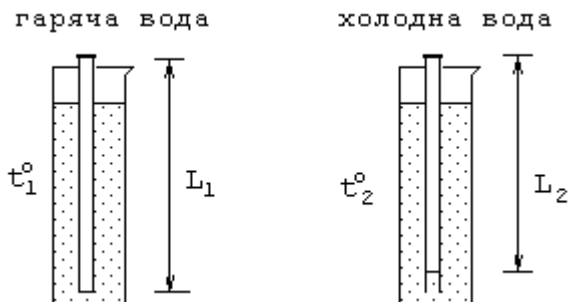
В(10-12 балів) – визначити умови проведення досліду для досягнення максимальної точності.

Обладнання:

1. Скляна трубка, запаяна з однієї сторони;
2. Висока посудина з гарячою водою;
3. Висока посудина з холодною водою;
4. Термометр;
5. Пластмасова лінійка.

Виконання роботи

Схема досліду:



Формули та властивості:

Закон Гей-Люссака $V_1 : T_1 = V_2 : T_2$

Абсолютна температура повітря $T = t^\circ + 273$

Об'єм повітря V пропорційний L

Остаточне рівняння для цього досліду матиме вигляд

$$L_1 : (t_1^\circ + 273) = L_2 : (t_2^\circ + 273)$$

Відносна похибка обох частин рівняння $\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta t^\circ}{t^\circ + 273}$

Вимірювання (рівень А) Комплект приладів №				4
	Величини	Позначення	Значення	Од.вим.
1	Темп-ра гаряч. води	t_1	40	С
2	Висота гаряч. повітря	L_1	149	мм
3	Темп-ра холод. води	t_2	6,1	С
4	Висота холод. повітря	L_2	131	мм

Обчислення (рівень А)

	Величини	Формули	Значення	Од.вим.
1	Ліва частина рівняння	$f_1=L_1 : (t_1 + 273)$	0,4760	мм/К
2	Права частина рівнян.	$f_2=L_2 : (t_2 + 273)$	0,4694	мм/К
3	Різниця лів. і прав. част.	$df = f_1 - f_2 $	0,0067	мм/К
4	Відносна різниця	$df/\max(f_1,f_2)$	1,4%	

Похибки вимірювальних приладів (рівень Б)

	Прилади	Позначення	Похибка	Од.вим.
1	Термометр	dt	0,1	С
2	Лінійка	dL	1	мм

Обчислення похибок (рівень Б)

	Величина	Значення	Абс.пох.	Від.пох.
1	Ліва частина рівняння	0,4760	0,0033	0,7%
2	Права частина рівнян.	0,4694	0,0038	0,8%

Порівняння лівої та правої частин рівняння (рівень В)

	Величина	Ліва межа	Прав межа	Од.вим.
1	Ліва частина рівняння	0,4727	0,4794	мм/К
2	Права частина рівнян.	0,4656	0,4731	мм/К

Висновки

А: Ліва і права частини рівняння рівні з точністю 1,4%.

Б: При похибках термометра 0,1 °С і лінійки – 1 мм відносна похибка лівої і правої частини рівняння не перевищує 0,8%.

В: Інтервали значень лівої і правої частини рівняння перекриваються, значить вимірювання виконані з достатньою точністю.

Для досягнення максимальної точності треба збільшити різницю температур, висоту трубки з повітрям, масу води в посудинах, висоту повітря у трубках міряти лінійкою у воді.

Довідник фізичних понять

Ізопроееси

*– це процеси в газах,
що відбуваються при незмінному значенні
одного з параметрів: тиску, об'єму
або температури.*

Термін *ізопроееси* походить від грецького “іzos” – рівний.

Якщо постійним є тиск – це ізобарний процес.

Якщо постійним є об'єм – це ізохорний процес.

Якщо постійним є температура – це ізотермічний процес.

Закон Гей-Люссака

*Для даної маси газу
при сталому тиску
відношення його об'єму до температури
залишається постійним.*

Цей закон встановив експериментально в 1802 році французький учений Ж. Гей-Люссак (1778-1850).

Математично цей закон записується різними способами:

$$V : T = \text{const} \quad \text{при} \quad p = \text{const}$$

$$V_1 : T_1 = V_2 : T_2 \quad \text{при} \quad p = \text{const}$$

Похибка вимірювального приладу

*– це похибка вимірювального засобу,
яка одержується від нерівномірних властивостей
фізичних явищ,
що використовуються в приладі,
та його конструкції.*

Ця похибка, як правило, не перевищує ціни найменшої поділки шкали вимірювального приладу.

Відносна похибка величини

*– це відношення абсолютної похибки величини
до значення цієї величини.*

При обчисленні виразів відносна похибка обчислюється за правилами диференціювання функцій. Наприклад:

$$f = x + y \quad df/f = (dx+dy)/(x+y)$$

$$f = x - y \quad df/f = (dx+dy)/(x-y)$$

$f = x \cdot y$	$df/f = dx/x + dy/y$
$f = x/y$	$df/f = dx/x - dy/y$
$f = x^n$	$df/f = n \cdot dx/x$

Точність величини

Величина вважається більш точною, якщо її відносна похибка буде найменшою.

На точність вимірювання величини впливають:

- точність вимірювальних приладів,
- умови проведення досліду,
- способи вимірювання величини,
- способи обчислення.

Література

1. Задорожній М.І., Задорожній О.М. Обчислення лабораторних робіт з фізики за допомогою електронних таблиць // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2001. – Т 2. Теорія та методика навчання фізики. – 392 с. – С. 133–135.

2. Кухарчук Р.П. Використання електронних таблиць Excel під час дослідження закону Ома для повного кола // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – №3. – С. 51–53.

3. Теплицький І.О. Застосування електронних таблиць на уроках фізики // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в природничих науках: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2000. – 462 с. – С. 365–372.

4. Швець В.Д. Застосування пакета EXCEL для обробки даних лабораторних робіт з фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – №6. – С. 50–53.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ «ДЕТАЛИ МАШИН»

Г.Л. Зайцев

г. Кривой Рог, Криворожский металлургический факультет
Национальной металлургической академии Украины
zajtsev@etex.dp.ua

Использование информационно-вычислительных технологий находит все большее применение в высшем образовании при изучении фундаментальных дисциплин. Одной из таких дисциплин в инженерной механике является дисциплина «Детали машин».

Эта дисциплина относится к расчетно-конструкторским, и изучает теорию, расчет и основы конструирования деталей и узлов общего назначения, встречающихся в большинстве машин и механизмов. Ее преподавание является завершающим этапом в общетехнической подготовке студентов механических специальностей и служит основой для дальнейшего изучения специальных дисциплин. Характерной особенностью дисциплины является большое количество наглядных средств обучения (плакаты, макеты, модели, стенды), которые занимают много полезной площади в аудиториях и лабораториях, требуя при этом немало времени и средств для поддержания их в надлежащем виде и состоянии. К тому же большинство из них в настоящее время физически, а некоторые и морально устарели. Не лучше ситуация и с литературой (учебники, справочники). Все это сказывается на качестве обучения.

Выходом из сложившейся ситуации, является более широкое использование информационно-вычислительных технологий, а дисциплина «Детали машин» является прекрасным полем, полигоном для опробования и применения многих графических, расчетных и других программ. В настоящее время некоторые из них уже используются при изучении. Это такие программы, как «AutoCAD», «Компас», «MathCAD».

Более широкое применение информационно-вычислительных технологий при изучении дисциплины может

быть использовано для решения следующих задач обучения:

1. В совершенствовании средств обучения:

– создание объемных изображений деталей, узлов, механических передач, рассматриваемых в дисциплине с последующим изготовлением плакатов, выводом на мониторы компьютеров, мультимедийные экраны или создания видеоприложений к электронным учебникам, конспектам лекций, что в конечном итоге позволит сделать теоретическую часть дисциплины более наглядной и улучшить ее усвоение;

– разработка электронных справочников с базами данных материалов с указанием их механических, физических свойств, способов упрочнения и области применения, стандартных (типовых) деталей, узлов, механизмов, передач и других данных, необходимых для проектных, проверочных расчетов и конструирования;

– создание электронных вариантов различной учебной, учебно-методической литературы по дисциплине «Детали машин»;

– создание видеофильмов лекций и лабораторных работ с возможностью вывода информации на монитор или мультимедийный экран;

– в качестве дополнения к имеющемуся лабораторному оборудованию целесообразным представляется создание виртуальных лабораторных стендов, моделей приводов, что позволит расширить круг задач лабораторного практикума и проводить его с более широкими возможностями анализа и принятия оптимальных решений для обеспечения, например, работоспособности привода и его элементов.

2. В методах обучения:

– применение программных систем по проведению и конструированию тестов, модулей, которые позволят быстро и удобно проводить контроль и самоконтроль знаний, просто и быстро составлять различные варианты тестовых, модульных, зачетных заданий;

– такие системы позволяют также автоматизировать процесс дистанционного обучения и организовывать его с помощью Web-интерфейса в сети Интернет и в локальной сети;

– применение графических и расчетных программ для про-

ведения практических и лабораторных работ (практикумов), выполнения курсового проекта;

- подобный подход повышает наглядность и позволяет студентам увидеть на мониторе или на бумаге результаты своего творческого процесса при расчете и конструировании различных деталей, узлов, передач;

- у студентов появляется возможность приобрести навыки анализа и принятия оптимальных решений при выборе нагрузок, режимов работы материалов, способов упрочнения, выбора форм и размеров конструируемых изделий сократить время и трудоемкость сложных расчетов, уменьшить вероятность ошибок, применять вероятностные методы расчета, увеличить время для анализа и принятия решений за счет сокращения времени проектирования;

- проведение технических семинаров, деловых игр с использованием видеоматериалов, виртуальным и объемным моделированием конкретных деталей, узлов, механизмов, производственных ситуаций повышает интерес к изучению дисциплины и способствует развитию творческих способностей;

- представляет интерес создание технических мастерских с глубоким изучением виртуального и объемного моделирования.

3. В формах обучения:

Подготовка учебных, учебно-методических материалов по дисциплине для создания базы дистанционной формы обучения, которая все больше вызывает интерес и популярность в Украине, и нашла признание в системе образовании многих стран.

4. В целях обучения:

- расширить и углубить знания, полученные при изучении предшествующих дисциплин;

- закрепить и расширить знания по выполнению практических расчетов;

- приобщить студентов к элементам научно-исследовательской работы, развить творческие способности;

- усвоить общие принципы расчета и конструирования типовых деталей и узлов с учетом конкретных эксплуатационных и технологических требований и экономических соображений;

- научить анализировать, принимать обоснованные решения;

- ознакомить со стандартами, справочными материалами,

базами данных и правилами их создания и пользования;

– углубить знания и дать основы использования программных средств, которые будут применяться при изучении специальных дисциплин.

Для решения вышеперечисленных задач с использованием информационно-вычислительных технологий при изучении дисциплины «Детали машин» необходимо ввести их изучение, как в предшествующих общенаучных и общетехнических дисциплинах, так и в последующих. При этом возможно введение новых дисциплин, изучающих графические, расчетные и другие программные средства. Все это потребует изменений в учебных планах и согласования последовательности читаемых дисциплин, введение дополнительных компьютерных классов не только для проведения лекционных, практических и лабораторных работ, но и для самостоятельной работы студентов по курсовому проектированию.

Не менее важным этапом в решении этих задач является подготовка и переподготовка преподавателей с ориентацией на программы, которые используются или могут (будут) использоваться в преподавании учебной дисциплины.

В заключение необходимо отметить, что более широкое введение информационно-вычислительных технологий в высшем образовании, позволит подготовить конкурентоспособных, востребованных на рынке труда специалистов, способных управлять сложнейшими технологическими процессами, машинами и агрегатами.

РОЛЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ОБЩЕГО КУРСА ФИЗИКИ

Ник.Н. Ивахненко¹, Нат.Н. Ивахненко²

¹ г. Донецк, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М.И. Туган-Барановского

² г. Донецк, Донецкая государственная академия строительства и архитектуры

Изучение курса общей физики означает не только освоение его теоретических основ, но и возможность применения полученных теоретических знаний к решению конкретных практических задач, стоящих перед молодыми специалистами, овладению навыками самостоятельного выполнения различных расчетов, умению пользоваться специальной литературой и справочными материалами по физике.

Содержание практических занятий по физике должно быть логически связано с лекционным материалом. Основы физических знаний студенты приобретают на лекциях, а на практических занятиях они углубляют, детализируют и анализируют знания, приобретают навыки их практического применения. Согласование практических и лекционных занятий достигается распределением учебного материала между лекционной и практической формой его изучения [1]. Качество знаний заметно улучшается, если лектор сам ведет практические занятия, так как практические занятия не должны повторять, опережать или отставать от лекций. В интервал времени между лекцией и практическими занятиями студенты должны успеть переработать лекционный материал по конспекту или учебнику. При большом временном разрыве важность практического занятия уменьшается.

В целях улучшения качества знаний студентов преподавание физики строится циклическим образом: изучается каждый раздел физики («Механика», «Динамика», «Статика») отдельно, причем все занятия направлены на приобретение знаний у студентов по этому разделу.

Содержание практических занятий по физике определяется их целевым назначением, а именно, решением задач. Эффективность данного вида занятий определяется методикой его прове-

дения, т.е. характером взаимодействия преподавателя и студента [2].

Основные требования к практическому занятию:

1. *Непосредственная подготовка ассистента к каждому практическому занятию.*

В начале семестра ассистенты совместно с лекторами составляют планы практических занятий для каждой группы, которые включают разбор теоретических вопросов, указывается примерное число задач, которые надо решить. Задачи должны охватывать все основные темы курса. Преимуществом подбор задач с усложняющейся степенью трудности позволяет повысить познавательное и образовательное значение задач. В выработке у студентов навыков применения на практике теоретических знаний.

2. *Подготовка к практическим занятиям студентов.*

Они получают задание, в котором указан объем материала. Проработка материала завершается составлением краткого конспекта по теме. Некоторым студентам поручается написание реферата.

3. *Ознакомление студентов с техникой решения физических задач [3].*

Условие задачи полностью записывается в тетради. После этого записывают сокращенное содержание задачи, делают перевод единиц измерений в единую систему. Если к условию задачи необходимо выполнить рисунок, схему, график, то его выполняют [4].

При записи условия задачи происходит начальное усвоение его содержания. Следующий этап – анализ задачи – выявление основных характеристик и особенностей состояний, процессов; установление взаимосвязей между известными и неизвестными величинами; определяется план решения задачи. Решение задачи рекомендуется проводить в общем виде, без промежуточных вычислений. В последнюю формулу подставляются численные значения и производятся математические вычисления. В конце решения задачи производится проверка размерности единиц измерений.

4. К настоящему времени в системе обучения в высшей школе сложилась структура практических занятий (проверка домашнего задания, опрос студентов для выяснения степени ус-

воения основных теоретических положений предыдущего занятия, разбор теории нового раздела, вопросы студентов по непонятому материалу, решение задач, подведение итогов занятия, задание на дом).

В зависимости от характера деятельности преподавателя и студентов на занятии можно выделить следующие методики:

а) Для решения задачи к доске вызывается один из студентов группы. Остальные студенты группы списывают решение с доски, не вникая в его смысл. Это пассивная форма ведения занятия, так как внимание преподавателя сосредоточено на работе студента у доски, группа предоставлена сама себе. В данном случае отсутствует управление самостоятельной работой студентов и ее контроль.

б) Преподаватель у доски сам решает задачи, делает акценты на детали решения каждой из них, ставит вопросы по ходу решения, знакомит с алгоритмами решения задач, дает обзор задач выделенных для самостоятельной работы студентов. Эта методика более удачна, чем предыдущая для вузов, имеющих малое количество часов для практических занятий.

в) Самостоятельное решение задачи группой обладает большими возможностями в обучении, чем перечисленные выше методики: после вводных разъяснений по теме занятия на доске записывается кратко условие задачи под руководством преподавателя. При решении задачи студенты могут обмениваться мнениями, пользоваться литературой или конспектом. Если преподаватель замечает типичные ошибки или оригинальные способы решения, то авторам предлагается выйти к доске и воспроизвести свое решение для дальнейшего его анализа с группой.

Для стимуляции решения задач в аудитории первым 3-4 студентам рекомендуется ставить отличные оценки [5].

Аналогичным способом при использовании одной из перечисленных выше методик решаются все задачи практического занятия.

В конце занятия подводятся итоги с обобщением материала по теме занятия, задается задание на дом [6].

5. При решении задач активизирующее действие на студентов оказывают следующие факторы:

а) анализ содержания задачи, хода ее решения и результата

с помощью привлечения студентов к поиску решения задачи с помощью постановки перед ними качественных вопросов;

б) постановка экспериментальных задач, задач без данных, для решения которых необходимо произвести измерения или ввести недостающие данные;

с) решение комплексных задач, требующих знаний предыдущего материала;

д) решение графических задач;

е) решение задач несколькими способами;

ф) соревнование студентов: кто больше извлечет информации из решенных задач.

6. При удачном выборе методики практического занятия преподаватель может также индивидуально работать со студентами. Успевающим студентам можно предложить задачи повышенной трудности.

Следовательно, на занятиях преподаватель должен вовлекать в активную работу как можно больше студентов, углублять знания студентов, давать заключения. Активность студентов на практических занятиях повышается, если в основе работы лежит поиск путей применения приобретенных теоретических знаний, необходимость творческого мышления.

Литература

1. Гарунов М.Г., Блохина Р.А., Дерношева Ф.В. и др. Практические занятия: Поиски путей к творчеству. // Вестн. высш. школы. – 1980. – № 10. – С. 18-20.
2. Глубышев Г.Я. О методике решения задач по физике. // В кн.: Вопросы вузовской педагогики и методики / Казань: Каз. ун-т., 1971. – Вып. 1. – С. 71-77.
3. Бушок Г.Ф. Дидактические основы преподавания физики в педвузах. – К.: Вища школа. Головне вид-во, 1978. – 231 с.
4. Босенко Ф.З. Наочність при розв'язуванні задач з фізики. – К.: Рад. школа, 1971. – 119 с.
5. Попова Н.П., Аммер С.А., Ларина М.А. Методы активизации работы студентов на практических занятиях по физике // В кн.: Физика. – М.: Высш. школа, 1978. – Вып. 6. – С. 27-29.
6. Потоцкий М.В. Преподаватель на практических занятиях. // Вестн. высш. школы. – 1971. – № 11. – С. 20-26.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ У НМЕТАУ

В.П. Івашенко, В.О. Єрмократьєв, Ю.А. Мушенков,
А.Г. Кострижев, С.Г. Сподін
м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України

Розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій є характерною рисою сьогоденного життя, тому не можна уявити собі підготовку інженерів у вищій технічній школі без комп'ютерної грамотності.

На кафедрі теоретичної механіки навчаються студенти першого та другого курсів усіх факультетів НМетАУ, крім економічного. Тому вивчення нових комп'ютерних програм та впровадження у навчальний процес нових методів навчання є для кафедри першочерговою задачею. На кафедрі працюють два класи персональних комп'ютерів (ПК), у яких постійно проводяться практичні та лабораторні заняття, студенти виконують комп'ютерні розрахунково-графічні завдання. Найбільш широко, крім стандартного пакету MS Office, при проведенні практичних занять з викладачем та при самостійній роботі використовується розрахункова система MathCAD. Цю систему студенти починають вивчати на заняттях з інформатики та продовжують на кафедрі теоретичної механіки. Вона дозволяє швидко та наглядно створювати програмні документи розрахунку задач. MathCAD підтримує текстовий редактор, за допомогою якого створюються необхідні пояснення до програми розрахунку, та графіку. Рисунки та схеми до задач студенти виконують переважно у PowerPoint, Word, або у Paint, які імпортуються у MathCAD у вигляді об'єктів. На рис. 1 наведено приклад оформлення студентської роботи на тему: "Дослідження рівноваги механізму методом можливих переміщень".

На кафедрі існує унікальна лабораторія з теоретичної механіки, яка оснащена багатьма спеціально розробленими установками для демонстрації різних явищ та процесів механічної взаємодії. Під час виконання лабораторних робіт студенти сумісно з викладачем роблять необхідні заміри фізичних параметрів, а обробка експериментальних даних виконується на ПК. Декілька

лабораторних робіт (“Рух матеріальної точки у опорному середовищі”, “Аналіз кінематики кривошипно-повзунного механізму” та ін.), які потребують певного часу для аналізу експериментальних даних, реалізовані у вигляді математичних моделей. Програми цих моделей у MathCAD розроблені викладачами та використовуються студентами як додатковий учбовий матеріал.

Дано

$L_1 := 0.2$ $\omega := 0$
 $L_2 := 0.8$ $\beta := \frac{6 \cdot \pi}{5}$
 $L_3 := 1.2$ $\gamma := \frac{\pi}{6}$
 $L_4 := 0.3$ $\theta := \frac{\pi}{3}$
 $\phi := 0$ $F_1 := 180$
 $F_2 := 100$

Решение

$$F_1 \cdot v_D + F_2 \cdot v_A - F_{yn} \cdot v_B = 0$$

$$v_D = \frac{\omega_1}{L_1} \quad v_A = \frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L1}}{L_1}}{EP_{L1}} \quad v_E = \frac{v_D \cdot DP_{L1}}{EP_{L1}} \quad v_B = \frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L1}}{L_1}}{EP_{L1}}$$

$$v_B = \frac{v_D \cdot DP_{L2}}{BP_{L2}} \quad v_B = \frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L2}}{L_1}}{BP_{L2}} \quad DP_{L2} = L_2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right)$$

$$DP_{L2} = 0.4 \quad BP_{L2} = L_2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \quad BP_{L2} = 0.693 \quad EP_{L2} = DP_{L2} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$$

$$EP_{L2} = 0.346$$

$$F_1 \cdot \frac{\omega_1}{L_1} + F_2 \cdot \frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L1}}{L_1}}{EP_{L1}} - F_{yn} \cdot \frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L2}}{L_1}}{BP_{L2}} = 0$$

$$F_{yn} = \frac{F_1 \cdot \frac{\omega_1}{L_1} + F_2 \cdot \frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L1}}{L_1}}{EP_{L1}}}{\frac{\frac{\omega_1 \cdot DP_{L2}}{L_1}}{BP_{L2}}} \quad F_{yn} = 512.139$$

Рис. 1. Приклад виконання студентської роботи

Лабораторна та комп'ютерна база кафедри дозволяє проводити студентську науково-дослідну роботу та готувати демонстраційні матеріали доповідей на наукових та методичних конференціях. Графопроектор, який також існує на кафедрі, значно полегшує сприйняття графічного матеріалу під час лекцій, наукових семінарів та студентських конференцій.

Усі контрольні та екзаменаційні роботи виконуються студентами тільки на комп'ютерах. Розробка тестів здійснюється викладачами у спеціальній програмі TestGenerator (рис. 2). Вона діє сумісно з програмою Tester, в якій студент складає іспити. Локальна комп'ютерна мережа кафедри дозволяє з сервера встановлювати файли з тестами на усі комп'ютери у класах, та збирати виконані роботи також на сервері для подальшого їх аналізу викладачами. База даних тестів з усіх розділів теоретичної механіки постійно поновлюється новими та систематизується.

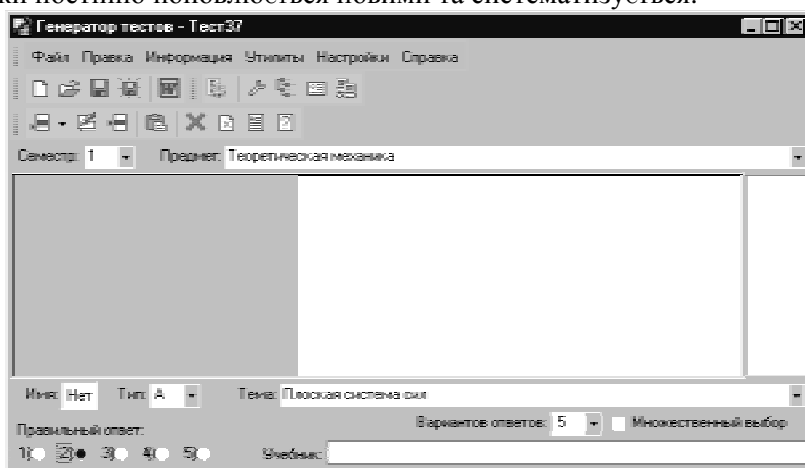


Рис. 2. Робоче вікно програми TestGenerator

Мережа Internet, вихід до якої існує в одному з комп'ютерних класів, розширює інформаційні можливості кафедри та сприяє поглибленню творчих стосунків з кафедрами інших ВНЗ України.

Таким чином, використання комп'ютерних і інформаційних технологій дозволяє інтенсифікувати навчальний процес та покращити засвоєння учбового матеріалу.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ» В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

В.П. Иващенко, Ю.А. Мушенков, С.В. Зданевич
г. Днепропетровск, Национальная металлургическая академия
Украины

Учебный процесс по разделу «Колебания материальной точки» для студентов механических специальностей НМетАУ построен традиционно [1], с изложением в лекционном курсе примеров составления и решения линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнения второго порядка движения материальной точки при действии восстанавливающей упругой силы, силы сопротивления пропорциональной скорости движения, а также гармонической вынуждающей силе.

На практических и лабораторных занятиях дальнейшее изучение материала проводится с использованием лабораторных установок (рис. 1, 3), где студенты получают навыки определения собственных параметров колебательной системы и логарифмического декремента колебаний. Математическое моделирование колебательных процессов с дальнейшим анализом полученных результатов проводится в программе MathCAD [2] (примеры оформления расчетов и построения графиков на рис. 2, 4) с помощью блоков решения дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты четвертого порядка (Odesolve, rkfixed) [2].

Оборудование, применяемое при выполнении лабораторной работы по свободным колебаниям (рис. 1). К стойке 1 одним концом крепится пружина 2, к другому подвешена каретка 3, имеющая возможность перемещаться с малым трением в вертикальных направляющих 4. К каретке с помощью электромагнита 5 крепится груз 6. Груз может свободно скользить вдоль прикрепленной к каретке штанге 7. С помощью крючка 8 и защелки 9 пружине можно задать предварительную деформацию растяжения. После установки предварительной деформации и отключения электромагнита груз перемещается вдоль штанги и по достижению упора на ней выводит из зацепления крючок 8,

обусловленной длиной штанги L , после чего каретка начинает колебаться. Закон колебательного движения записывается на светолучевой осциллограф. Запись осуществляется с помощью мостовой схемы, одним плечом которой является закрепленный на стойке реохорд 10, вдоль которого перемещается ползунок 11 прикрепленный к каретке.

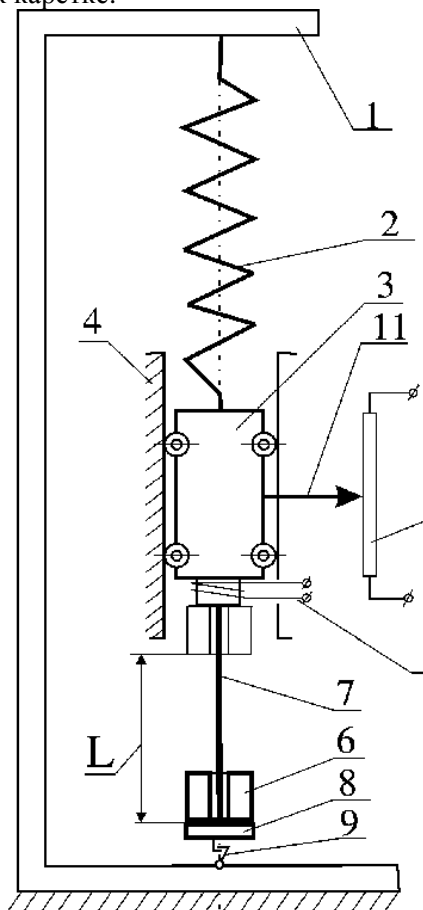


Рис. 1. Общий вид лабораторной установки для исследования свободных колебаний

Пример оформления расчета к лабораторной работе по свободным колебаниям материальной точки:

Параметры колебательной системы:

масса, кг

$$m := 2$$

жесткость, Н/м

$$c := 300$$

коэффициент неупругого сопротивления, кг/с

$$k := 5$$

Given

Дифференциальное уравнение свободных колебаний:

$$m \frac{d^2}{dt^2} y(t) + c y(t) = 0$$

Начальные условия движения:

$$y(0) = 0.2 \quad y'(0) = 0$$

$$F := \text{Odesolve}(t, 2, 500)$$

Given

Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний :

$$m \frac{d^2}{dt^2} y1(t) + c y1(t) + k \frac{d}{dt} y1(t) = 0$$

Начальные условия движения:

$$y1(0) = 0.2 \quad y1'(0) = 0$$

$$F1 := \text{Odesolve}(t, 2, 500)$$

**Графики колебательного движения системы с одной стержню свобод
F - без затухания; F1 - с затуханием**

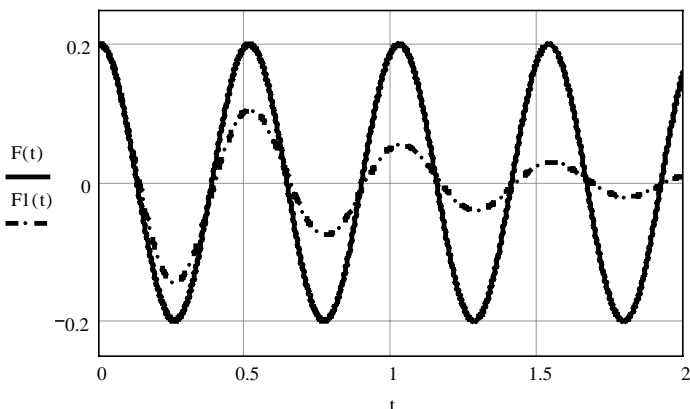


Рис. 2. Графики перемещения, построенные по результатам лабораторного исследования свободных колебаний

Оборудование, применяемое при выполнении лабораторной работы по вынужденным колебаниям (рис. 3). К стой-

ке 1 одним концом жестко крепится пружина 2, к другому концу которой подвешена каретка 3. Каретка имеет возможность перемещаться в вертикальных направляющих 4. На платформе каретки установлен электродвигатель постоянного тока 5 с насаженной на его вал шестеренкой 6. Вращение вала электродвигателя с помощью шестеренок 6 – 7 передается шестерням 8. На ободах шестерен 8 крепятся “точечные” грузы 9. При вращении вала электродвигателя грузы 9 создают периодически действующую на каретку силу, под действием которой она начинает колебаться. Амплитуда колебаний может быть изменена с помощью регулирования реостатом числа оборотов электродвигателя. Закон колебаний записывается на светочувствительную бумагу осциллографом. Запись осуществляется с помощью мостовых схем, одним плечом которой является закрепленный на стойке реохорд 10, вдоль которого перемещается ползун 11.

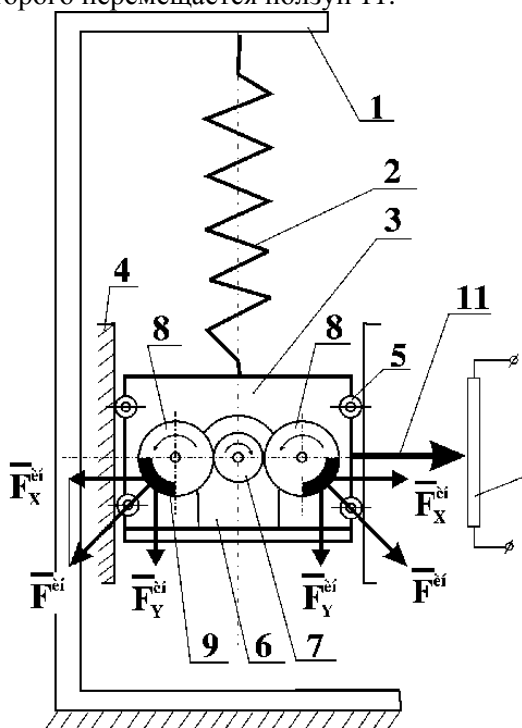


Рис. 3. Общий вид лабораторной установки для исследования вынужденных колебаний

Пример оформления расчета к лабораторной работе по вынужденным колебаниям системы с одной степенью свободы:

Параметры колебательной системы :

Масса элементов колебательной системы, кг: $m_1 := 2.12$ $m_2 := .15$
 Статическое удлинение пружины, м: $\delta := .064$
 Ускорение свободного падения, м/с²: $g := 9.81$
 Жесткость пружины, Н/м: $c := \frac{(m_1 + 2 \cdot m_2) \cdot g}{\delta} \quad * \quad c = 370.94$
 Коэффициент неупругого сопротивления, кг/с: $k := 1.5$
 Интервал времени, с: $t := 12$
 Угловая скорость двигателя вибратора, с-1: $w_0 := 15$
 Радиус траектории центра масс дебаланса, м: $r := .032$
Вынуждающее воздействие: $F(t) := 2 \cdot m_2 \cdot w_0^2 \cdot r \cdot \sin(w_0 \cdot t) \quad *$

Начальные условия : начальное смещение, м $y_0 := 0$
 начальная скорость, м/с $y_{01} := 0$

Решение уравнения

$$p := \sqrt{\frac{c}{m_1 + 2 \cdot m_2}} \quad * \quad p = 12.381$$

$$y := \begin{pmatrix} y_0 \\ y_{01} \end{pmatrix}$$

$$D(t, y) := \begin{bmatrix} y_1 \\ -\left(\frac{k}{m_1 + 2 \cdot m_2}\right) \cdot y_1 - \left(\frac{c}{m_1 + 2 \cdot m_2}\right) \cdot y_0 + F(t) \end{bmatrix} *$$

Z := rkfixed(y, 0, t, 300, D)

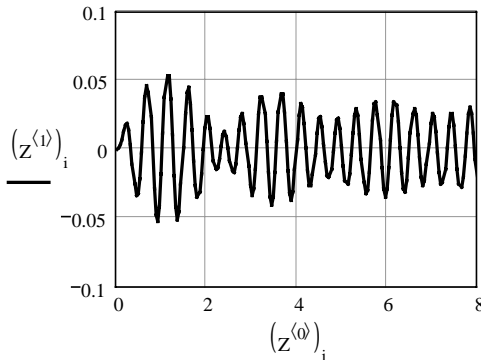


Рис. 4. График перемещения в исследуемой системе с одной степенью свободы при действии гармонической вынуждающей силе

После проведения лабораторных и практических работ студенты самостоятельно выполняют домашнее задание D3 [3], где дополнительно применяют численные методы решения дифференциальных уравнений движения для построения графиков перемещения и скорости при колебательном движении.

Полученные математические модели позволяют исследовать колебания в системах с одной степенью свободы и при нелинейных силах, в частности при восстанавливающей силе с нелинейной жесткостью:

Параметры колебательной системы:

масса, кг
жесткость, Н/м

$m := 2$
 $c1 := 100$

Начальные условия движения:
начальное смещение, м
начальная скорость, м/с

$y := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

Упругая характеристика системы:

$c(y) := \begin{cases} c1 & \text{if } y > \Delta \\ 0 & \text{if } -\Delta \leq y \leq \Delta \\ -c1 & \text{if } y < -\Delta \end{cases}$

Время моделирования, с

$t := 3$

Поле зазора, м $\Delta := 0.2$

$x := -\Delta - 1, -\Delta - .99.. \Delta + 1$

Упругая характеристика системы:

$c(x) := \begin{cases} c1 & \text{if } x > \Delta \\ 0 & \text{if } -\Delta \leq x \leq \Delta \\ -c1 & \text{if } x < -\Delta \end{cases}$

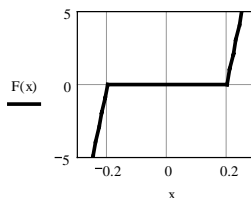
Сила упругости F(x), Н

$F(x) := c(x) \cdot (|x| - \Delta)$

Решение дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты :

$$D(t, y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ -c(y_0) \cdot \frac{|y_0| - \Delta}{m} \end{pmatrix}$$

$Z := \text{rkfixed}(y, 0, t, 500, D)$



Построение графиков: перемещения $y(t) = (z^{(1)})_i$ и скорости $y'(t) = (z^{(2)})_i$

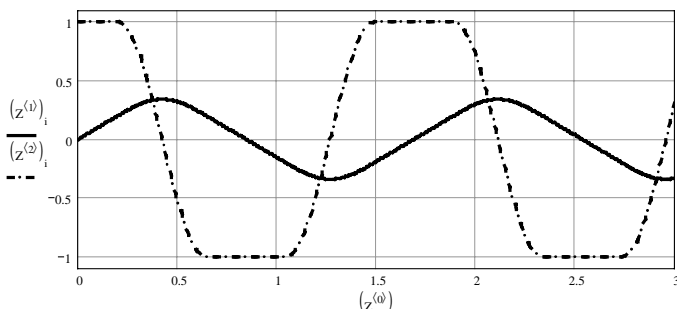


Рис. 5. Пример расчета колебательного движения в системе с нелинейной жесткостью типа «зазор»

В заключении отметим, что применение при изучении раздела «Колебания материальной точки» методов математического моделирования по опытным данным полученным на лабораторных установках способствует более глубокому изучению студентами-механиками курса теоретической механики, дает опыт применения компьютерных технологий к исследованию и анализу процессов в колебательных системах разной сложности.

Литература

1. Теоретическая механика. Динамика: Учебник / М.А. Павловский, Л.Ю. Акинфиев, О.Ф. Бойчук; Под общ. ред. М.А. Павловского. – К.: Вища шк., 1990. – 480 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для техн. вузов / Яблонский А.А., Норейко С.С., Вольфсон С.А. и др.; Под ред. А. А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 367 с., ил.
3. Mathcad 6.0 Plus. Финансовые, инженерные и научные расчеты среде Windows 95. – М.: Информационно-издательский дом «ФилинЪ», 1997. – 712 с.

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ МАТЕРІАЛІВ

В.М. Кадченко, Д.Ю. Путілов
м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет
mr_d@alba.dp.ua

Вивчення умов протікання електричного струму в різних середовищах та механізмів електропровідності газів, рідин, металів, напівпровідників є надзвичайно важливим, оскільки тут вперше системно розглядаються електричні процеси в речовині в різних агрегатних станах, спираючись на знання учнів з молекулярно-кінетичної теорії газів, фізики рідин і кристалів, електронної будови речовини, на знання з хімії тощо.

Розділ “Електричний струм в різних середовищах” формує цілісне уявлення учнів про електричні явища в природі на основі сучасних фізичних теорій, стверджує їх науковий світогляд.

В методичній літературі при вивченні явищ електропровідності в різних середовищах рекомендують використовувати учбові кінострічки, демонстраційні фізичні прилади (явище електролізу, тліючий та іскровий розряди тощо). Проте мікроскопічний механізм провідності викладач змушений пояснювати, в основному, використовуючи малюнки та звертаючись до уяви учнів. На допомогу вчителям середніх загально освітніх шкіл та ВНЗ I і II ступені акредитацій нами розроблена навчальна демонстраційна програма “Фізика-10”, що є електронним додатком до елементарного підручника фізики.

Фрагмент даної програми, присвячений явищам електропровідності, містить наступні демонстрації.

Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія.

Розглядаючи умови проходження електричного струму у вакуумі, вчитель формує поняття про термоелектронну емісію та електронний пучок, його властивості і використання в техніці на прикладі дії двохелектродної електронної лампи та електронно-променевої трубки. Щоб показати механізм проходження струму в них, розроблена нами комп’ютерна програма пропонує ілюстрацію процесу емісії електронів з металу при нагріванні катода та односторонню провідність вакуумної лампи. При нагріванні

металу полум'ям чи електричним струмом навколо нього утворюється хмаринка електронів (електричний струм у різних середовищах => емісія електронів) (рис. 1), яка починає рухатись при замиканні анодного кола в вакуумній лампі (електричний струм у різних середовищах => електронна лампа).

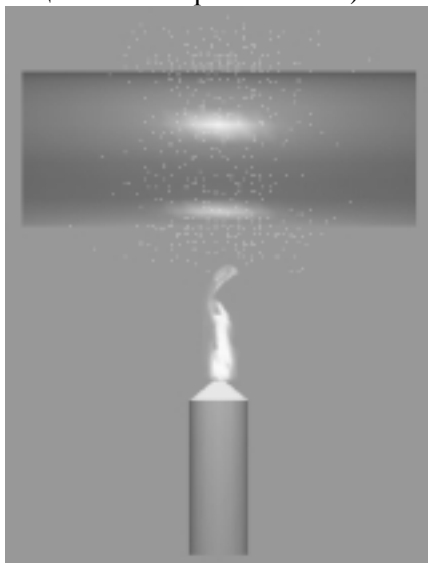


Рис. 1.

Як приклад практичного застосування явища термоелектронної емісії в програмі здійснена модель електронно-променевої трубки (електричний струм у різних середовищах => електронно-променева трубка) (рис. 2). Учень бачить на екрані таку картину: у вузькому кінці вакуумного балона міститься катод, з якого емітуються електрони при замиканні катодного кола. Діафрагма виділяє вузький електронний пучок (електронний промінь), що проходить через два конденсатори, пластини яких розміщені у взаємно перпендикулярних площинах, і потрапляє на екран, покритий речовиною, яка світиться під дією електронів. У місці падіння променя на екрані виникає світла точка. Користувач за допомогою повзунків має можливість змінювати знак та величину напруги на пластинках конденсаторів, при цьому відбувається зміщення електронного променя і рух світної точки на екрані.

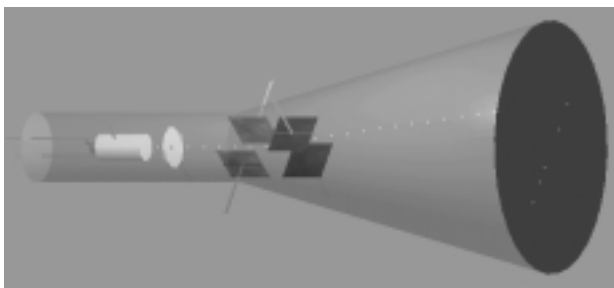


Рис. 2.

Електричний струм у напівпровідниках.

Ця тема є найбільш складною в даному розділі і вимагає від вчителя та учнів значних інтелектуальних зусиль. Ми пропонуємо при вивченні цього матеріалу звернутися до нашої програмної розробки.

Спочатку слід ознайомитися з механізмом провідності в напівпровідниках, та природою ковалентного зв'язку, що утримує атоми напівпровідникового кристалу в кристалічній решітці. Методичний арсенал з цієї теми обмежується малюнками, які за своєю статичністю не дають змоги зрозуміти важливий момент, – що колективізована пара електронів належить не лише двом атомам, а всьому кристалу. Демонстрація запропонована до цієї теми, якісно показує це (електричний струм у різних середовищах => ковалентний зв'язок) (рис. 3).

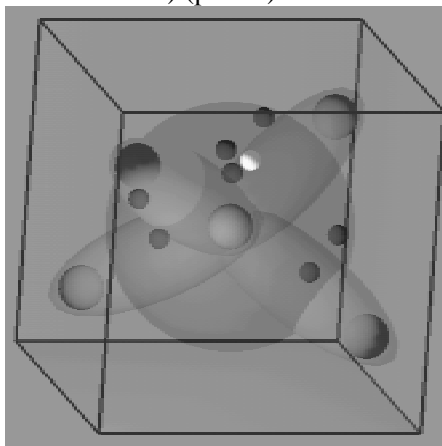


Рис. 3.

Далі вводиться поняття *дірки* як вакантного місця в парно електронному зв'язку та механізм власної провідності чистих напівпровідників (електричний струм у різних середовищах => власна провідність) (рис. 4).

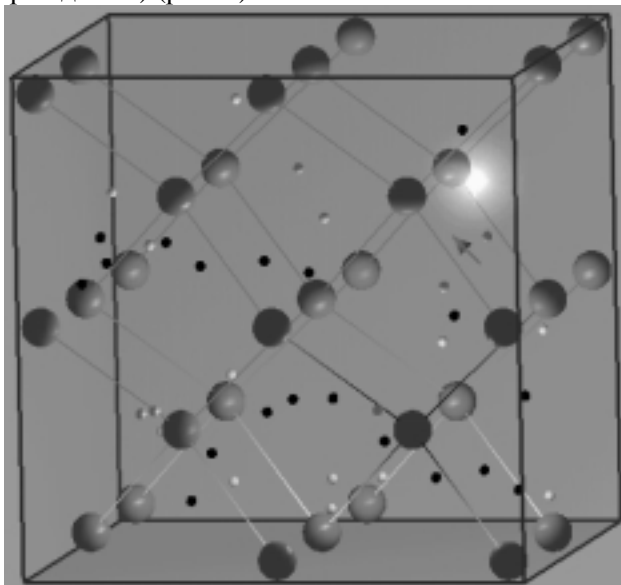


Рис. 4.

Наступне важливе поняття – це електрична провідність напівпровідників, що мають домішки. Тут потрібно зазначити істотну особливість напівпровідників, яка полягає в тому, що в них (при наявності домішок) крім власної провідності, виникає додаткова – домішкова провідність. Програма демонструє кристал з домішками (донорними або акцепторними), які показані різним кольором і знаком полярності в залежності від типу (електричний струм у різних середовищах => домішкова провідність).

В наступній демонстрації (електричний струм у різних середовищах => p-n перехід) подано схему напівпровідника, одна частина якого містить донорні домішки і тому є напівпровідником n-типу, а інша – акцепторні домішки і є напівпровідником p-типу. Електрони зображено світло-блакитними сферами, а дірки – чорними. Учень має можливість побачити, що при утворенні контакту електрони частково переходять з напівпровідника n-

типу в провідник р-типу, а дірки – в зворотному напрямі. Процес рекомбінації електронно-діркових пар для наочності супроводжується спалахом світла (випромінювальна рекомбінація). В результаті напівпровідник n-типу заряджається позитивно, а р-типу – негативно. Дифузія припиняється після того, як електричне поле, що виникає в зоні переходу, перешкоджає дальшому переміщенню електронів і дірок. Послідовне зображення процесу утворення запірного шару в місці контакту дає детальне уявлення про механізм цього явища.

Далі ми пропонуємо продемонструвати останню демонстрацію за цією темою (електричний струм у різних середовищах => напівпровідниковий діод) (рис. 5), яка показує практично важливий процес, увімкнення р-n переходу в електричне коло.

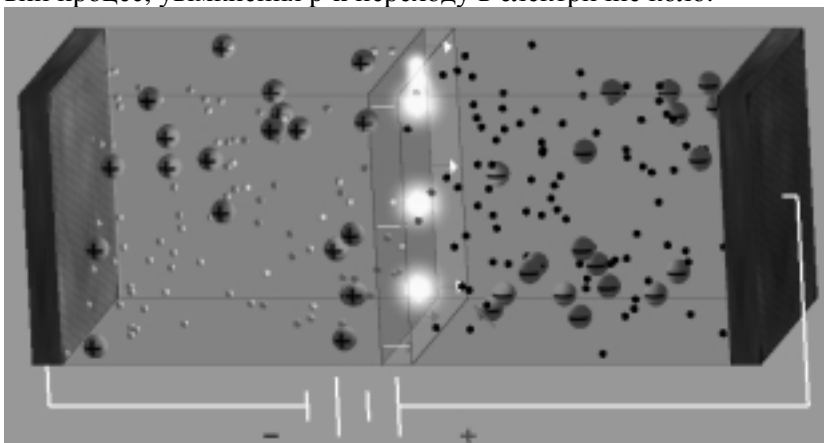


Рис. 5.

Учням надана можливість приєднати батарею так, щоб потенціал напівпровідника р-типу був додатним, а n-типу – від'ємним (пряме вмикання). Картина, яку при цьому бачить учень така: основні носії струму дифундують до місця контакту, де відбувається їх інтенсивна рекомбінація. Внаслідок цього товщина запірного шару та його опір зменшуються, а провідність усього зразка зростає. При перемиканні полюсів батареї, відбувається зворотний процес: збільшення ширини запірного шару та його опору. При цьому кількість рекомбінацій (спалахів на екрані) значно зменшується. Ця демонстрація дає можливість наочно показати, що р-n перехід відносно струму несиметричний.

Електролітична дисоціація. Електроліз.

Поняття електролітичної дисоціації відоме учням з курсу неорганічної хімії, що полегшує пояснення утворення носіїв струму в розчинах.

Наша програма демонструє фізику процесу на прикладі розчину мідного купоросу (електричний струм у різних середовищах => електроліз). Учні можуть бачити на екрані іони різних знаків (вони позначені різним кольором) та недисоційовані молекули. В розчині встановлена динамічна рівновага, кількість молекул, що розпадаються за секунду на іони, дорівнює кількості пар іонів, які за той самий час знову об'єднуються в нейтральні молекули.

Коли учень замикає електричне коло з розчином електроліту, видно (рис. 6), що негативно заряджені іони починають рухатися до анода, а позитивно заряджені до катода. На електродах виділяється речовина, що входить до складу електроліту, в нашому випадку це мідь.

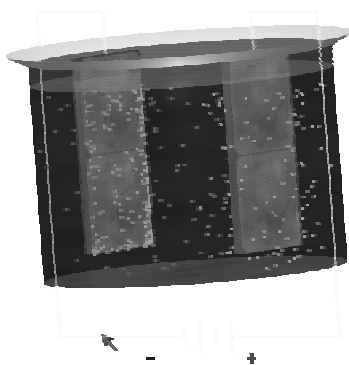


Рис. 6.

Створена комп'ютерна програма є фрагментом електронного додатку до шкільного підручника фізики "Фізика-10". Програма має яскравий ігровий інтерфейс, який робить спілкування з нею легким та цікавим. Фізичний зміст демонстрацій, представлених в розробці, відповідає сучасним фізичним уявленням.

Програма розроблена на мові програмування C++. Системні вимоги, що пред'являються до апаратного забезпечення невисокі, ця її особливість та мультисистемність роблять програму прийнятною для застосування в комп'ютерних класах.

СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ НАВЧАННЯ У ВНЗ

В.О. Ківа

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний
університет

Сучасні цифрові технології, комп'ютеризація практично ввійшли у всі сфери діяльності людства. Об'єктивно це відбилося і на системі освіти. Інакше і не могло бути, так як підвищення продуктивності праці, в тому числі і педагогічної, сьогодні не мислиме без використання відповідного технічного оснащення, насамперед – цифрової техніки. Комп'ютеризація навчально-виховного процесу потребує сучасного вискоелективного обладнання. Поступово поповнюється й арсенал новітніх технічних засобів у навчанні та вихованні підрастаючого покоління.

На сьогодні до переліку цифрових технічних засобів, в першу чергу, на наш погляд, необхідно віднести наступні:

а) камкордер; б) відеопроєктор; в) комп'ютер; г) принтер; д) відеоманітофон; е) фотоапарат; ж) сканер; з) музичний центр; і) диктофон; й) телевізор.

Висока якість та довговічність носіїв цифрових інформаційних матеріалів незрівнянно вище аналогових. Всім відомо, як часто рвуться кінострічки, пошкоджується поверхня плівок, зношуються грамофонні платівки, погіршуються записи на магнітних стрічках. Крім цього, аналогові ТЗН (кінопроєктори, діапроєктори, фільмоскопи та ін.) при їх використанні потребують гарного затемнення приміщення.

На зміну грамофонним платівкам, магнітним, кіно- та діапозитивним стрічкам прийшли значно інформативніші цифрові лазерні компакт-, міні- та жорсткі диски. Багаторазове використання лазерних дисків практично не змінює їх якостей. Це пояснюється тим, що при цифровому записуванні та відтворенні інформації відсутній механічний контакт записуючого та відтворюючого елемента з її носієм, оскільки інформація в цифрових пристроях записується і читається при допомозі лазерного променя.

Магнітний запис інформації в комп'ютерних пристроях також здійснюється значно ефективніше. У вінчестері комп'ютера магнітні головки в робочому стані знаходяться на так званій

“повітряній подушці” над жорстким диском (парять на мікронних відстанях від робочої поверхні) і не пошкоджують диск. Фантастично зростає і обсяг вміщеної на жорсткому диску інформації, що сягає вже 200 ГБ.

Для сучасного комп’ютера розроблені також багатофункціональні материнські плати з вмонтованими надійними роз’ємами, котрі дозволяють вмикати до складу комп’ютера різноманітні пристрої (TV-тюнер, блок оцифровки, ФМ тюнер, мікрофон, зовнішній модем, відео- та звукову карти, розширювачі оперативної пам’яті, CD-ROM, CD-RW і ін.) з метою записування, редагування, тиражування інформації з різних джерел (Інтернету, телевізійних та радіоканалів, лазерних дисків, і т. п.). Це дає змогу створювати різноманітні аматорські відеофільми, звукозаписи, фотографії, друковані матеріали і таке інше, що знаходить широке використання в педагогічному процесі.

Камкордер – сукупність відеокамери та відеомагнітофона в одному корпусі – має колосальні можливості оперативного запису та відтворення інформації і не іде ні в яке порівняння з кінокамерами та кінопроекторами, що використовувались в минулому. Відомо, що для знімання фрагментів за допомогою кінокамери, необхідне спеціальне потужне освітлення та коштовні кіноплівки. А хімічна обробка відзнятого матеріалу потребувала великого ресурсу часу та чималого ланцюга хімічних реакцій. Камкордер дозволяє з фантастичною оперативністю отримувати різнобічну відеоінформацію в майже автоматизованому режимі.

В цьому ми переконались, використовуючи вже протягом 2-х років цифровий камкордер GR-DVL 45. Без зорового навантаження на великому екрані з використанням відеопроектора студенти в лекційній аудиторії без затемнення успішно вивчають розрізи напівпровідникових елементів (транзистора, тиристора, випрямляючого діода, оптрона). Камкордер також дає можливість розглядати швидкоплинні процеси: досить ефективно спостерігати за пружним ударом двох сталених кульок, тенісного м’яча об ракетку, вільного падіння різних тіл, рух шариків по паралельним похилим жолобам різного профілю і таке інше. Камкордер дає можливість розглядати плин процесів як у прямому, так і в зворотному напрямках з реальною швидкістю та в сповільненому в 25 разів русі, а також покадрово. За допомогою

комп'ютера існує можливість відповідного коректування одержаного при цьому зображення та його відтворення при допомозі принтера. Наявність оптичного та цифрового трансфокаторів дають можливість записувати віддалені об'єкти.

Відеопроєктор – сучасний проєкційний мультимедійний пристрій, що при звичайному освітленні дозволяє отримувати на проєкційному екрані великих розмірів високоякісне зображення безпосередньо з камкордера в реальному часі, або з відео магнітофона чи комп'ютера. На сьогодні це найбільш універсальний цифровий проєкційний апарат.

Комп'ютеризація лабораторних практикумів суттєво зменшує матеріальні витрати на придбання коштовних комплексів вимірювальної апаратури, різноманітного допоміжного обладнання та матеріалів, значно підвищує оперативність виконання та відповідного оформлення лабораторних робіт. Комп'ютерне моделювання, що необхідне для більш ефективного вивчення реальних процесів, дозволяє в більш глибокому науковому аспекті вивчати та досліджувати різноманітні явища з різних навчальних дисциплін. Зрозуміло, що комп'ютеризація лабораторного практикуму не ставить своєю метою перетворити останній в віртуальний навчальний процес. Зрозуміло, що необхідно залишати певний перелік лабораторних робіт з традиційною методикою їх виконання.

Важко уявити навчально-виховний процес без використання друкованих інформаційних матеріалів. В цьому плані корисним є цифровий фотоапарат. Зафіксована ним інформація досить легко і оперативно переводиться на вінчестер комп'ютера, де можна виконати необхідне її редагування і тут же отримати кольорові відбитки при допомозі принтера.

В своїй практиці ми переконались, що значно ефективніше використовувати кольоровий лазерний принтер, ніж кольоровий струминний, так як в останньому в тижневих перервах у використанні спостерігається пересихання капілярів подачі барвників. Наприклад, корисно використовувати повнокольоровий лазерний принтер Hewlett Packard Color LaserJet 1500L – один із найдоступніших в ціні. Він надійно працює в середовищах Windows (98, Me, 2000, XP) та Macintosh (9.x і вище), відрізняється своєю невеликою вагою і компактністю (легко розміщується на робо-

чому столі). Простотою експлуатації він майже не відрізняється від чорно-білих лазерних принтерів. Технологія майже миттєвого закріплення тонера забезпечує високу швидкість друку (до 4-х сторінок формату А4 в кольоровому, та 16 – в чорно-білому варіантах за хвилину).

Він не замінимий, наприклад, при вивченні багатьох питань з розділу “Оптика” курсу загальної фізики, фізичних процесів, пов’язаних з перетворенням оптичних кольорових зображень у відеосигнал, його передавання та приймання – в курсах радіотехніки та при вивченні багатьох питань інших предметів, що стосуються використання кольорової інформації.

Аудіоінформацію різноманітної тематики можна оперативно отримувати із сучасного музичного центру, до складу якого входять магнітофонна- і компакт- дека, ФМ тюнер, підсилювач звукової частоти та акустичні системи.

Корисним у використанні є і цифровий диктофон, при користуванні яким можна оперативно отримувати цінну інформацію при спілкуванні з науковцями під час науково-практичних конференцій, різнопланових диспутів і т.п.

Багатою на корисну пізнавальну та наукову інформацію є телевізійна інформація. В цьому плані є ефективним запис необхідних телевізійних сюжетів на відеомагнітофон. Це дає змогу створювати бібліотечний навчальний відеофонд.

Досить часто в навчально-виховному процесі доводиться звертатись до використання інформації, надрукованої в ЗМІ або в дефіцитній навчальній літературі. З метою оперативного тиражування такої інформації необхідно мати і сучасний сканер. Комп’ютер, сканер, принтер – незамінні в одержанні якісних друківаних інформаційних матеріалів.

Отже, лише короткий аналіз деяких сучасних цифрових ТЗН переконує в об’єктивній необхідності їх використання в навчально-виховному процесі ВНЗ.

РЕЛІКТОВІ ФОТОНИ І ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ІНЕРЦІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІДЛІКУ В КУРСАХ МЕХАНІКИ

К.В. Корсак¹, О.І. Косенко²

¹ м. Київ, Інститут вищої освіти АПН України

² м. Київ, Національний аграрний університет
korsak@iep.uninet.kiev.ua

На наш погляд, виклад початкових і фундаментальних понять класичної механіки хибує на формалізм і поверховість. Визначення є формальними і часто формують сумнозвісне логічне коло: 1) “Інерціальними є ті системи відліку, де виконується І закон Ньютона”; 2) “Три закони Ньютона справедливі в інерціальних системах відліку, оскільки лише в них вільне тіло зберігає стан спокою чи рівномірного прямолінійного руху...”.

Подібні підходи, на жаль, притаманні практично 100% наших поширених підручників. Ці недоліки особливо помітні в книгах із загальної фізики радянського періоду [7–9]. Не подолали вони належним чином і в нових виданнях навчальної літератури, автори яких вважають традиційний виклад вступної частини механіки утвердженням і цілком задовільним [1–6, 10].

На наш погляд, у дійсності сформований у радянські і дорадянські часи спосіб визначення фундаментальних понять механіки має чимало дидактичних і сутнісних недоліків. Ця обставина спонукала авторів присвятити цю статтю альтернативному варіанту викладу вступної частини курсів механіки. Він застосовний як у спеціалізованих старших школах і ліцеях, так і в закладах вищої освіти.

1. Поняття механічного руху

Загальновідомо – механічний рух відносний. Всі підручники визначають його як зміну положення тіла (або його найпростішої абстрактної моделі – матеріальної точки) відносно інших тіл (тіл відліку). Поєднання з ними жорстко зв’язаної системи координат та приладів для вимірювання інтервалів часу дає змогу ввести поняття положення тіла і його зміни з часом у процесі руху.

Сукупність тіла відліку, зв’язаної з ним системи координат і

приладів для вимірювання інтервалів часу визначає систему відліку (СВ) – одне з головних понять механіки.

Творці цього розділу фізики ще у час встановлення основних його понять та співвідношень провели порівняння можливих СВ. Г. Галілей довів еквівалентність СВ, зв'язаної з поверхнею Землі (чи з тілом, яке нерухоме відносно поверхні Землі), і системи відліку, яка зв'язана з будь-яким тілом у стані рівномірного і прямолінійного руху по воді чи суходолі: усі механічні процеси та явища відбуваються у кімнаті на березі точнісінько так само, як у каюті вітрильника, який без найменшого прискорення рівномірно рухається відносно берега під впливом легенького вітерця.

Це важливе відкриття Г. Галілея нам відоме як “принцип відносності Г. Галілея” і звичайно формулюється так: ніякі механічні експерименти і досліди не можуть виявити рівномірного і прямолінійного руху даної системи відліку, якщо вони проведені всередині цієї системи відліку.

І. Ньютон, досліджуючи взаємозв'язок сил і кінематичних характеристик руху тіл під їх дією, встановив, що “галілеєві” системи відліку (ті, які рухаються без прискорень, прямолінійно і рівномірно) мають відчутні переваги перед будь-якими іншими СВ не тільки своєю повною тотожністю у застосуванні для вивчення механічних явищ, але й тим, що у цих СВ єдиною причиною змін руху тіл (змін їх імпульсу) є фізична взаємодія між тілами, яка характеризується силами. Підвішене на нитці тіло зберігатиме у “галілеєвому вітрильнику” стан спокою до того часу, доки якась горизонтальна сила (поштовх руки, протяг з відкритого ілюмінатора) не надасть йому горизонтального прискорення і не виведе зі стійкого початкового положення рівноваги.

Зовсім інакше поводить себе тіло на вертикальному підвісі у каюті корабля під час морської бурі. Воно рухається прискорено, змінюючи своє положення відносно приміщення без тиску вітру (протягів) або інших горизонтальних сил з боку оточуючих тіл. Причина такої поведінки – прискорений рух самої системи відліку (каюти корабля). Отже, у системі відліку, що прискорюється, нерівномірний рух вільного тіла спостерігається без взаємодії з оточуючими тілами. Відтак, у загальному випадку зміни руху викликаються не тільки силами, але й прискореним рухом самої

системи відліку.

2. Інерціальні та неінерціальні системи відліку (ICB та HeICB)

Дотримуючись поглядів І. Ньютона, автори практично всіх навчальних книг з механіки для середньої і вищої школи інерціальною системою відліку (ICB) вважають таку СВ, у якій єдиною причиною виникнення прискорення матеріальної точки чи тіла з силова дія оточуючих тіл.

Отже, вільна матеріальна точка рухається відносно ICB рівномірно і прямолінійно або зберігає стан спокою, відтак, у таких системах відліку виконується перший закон динаміки Ньютона (закон інерції). Повний клас усіх ICB можна одержати з даної інерціальної системи відліку зсувами її початку відліку, поворотами осей координат або рівномірним поступальним рухом системи координат (з допомогою групи перетворень Галілея).

Усі ICB рівноправні (еквівалентні), у них строго виконуються не тільки закони динаміки І. Ньютона, але й – що набагато важливіше – закони збереження імпульсу, моменту імпульсу та механічної енергії. В інерціальних системах відліку можуть (принаймні, теоретично) існувати замкнені системи тіл, центр мас яких рухається без прискорення.

Неінерціальну систему відліку (HeICB) визначають як таку систему відліку, що зв'язана з тілом, яке здійснює прискорений рух (нерівномірний поступальний, рівномірний чи нерівномірний обертальний тощо).

Найважливіша механічна особливість HeICB полягає у тому, що у них вільне тіло матиме прискорення, яке не викликане його взаємодією з оточуючими тілами. Отже, у HeICB не виконуються закони динаміки і закони збереження.

І. Ньютон розумів, що пов'язана з поверхнею Землі система відліку неінерціальна, бо здійснює одразу кілька прискорених рухів. Для частини з них він обчислив прискорення: добове обертання Землі навколо власної осі спричинює прискорення точок її поверхні на географічній широті Києва біля $2,6 \text{ см/с}^2$, а прискорення усіх точок Землі внаслідок її руху навколо Сонця у середньому майже у п'ятеро менше. Про особливості руху центра мас Сонця І. Ньютон не мав жодних точних даних, але цілком

слушно припускав, що і він може рухатись прискорено.

Міркуючи про рух тіл у космосі, він ввів не пов'язану з якимось конкретним тілом абсолютну інерціальну систему відліку (АБІСВ), визначаючи її як сукупність абсолютного простору і абсолютного часу.

Абсолютним простором він вважав те, що лишиться у Всесвіті після видалення з нього усіх тіл, визначаючи його так: “Абсолютний простір за самою своєю сутністю, безвідносно до чогось зовнішнього, лишається завжди однаковим і нерухомим”.

Подібним чином він розглядав і абсолютний час як зовсім незмінну і сталу у своїй плинності тривалість. Рух будь-яких тіл відносно АБІСВ Ньютон називав абсолютним. До таких рухів він відносив рух центра мас Сонця та інших зір.

Зв'язані з реальними тілами системи відліку І. Ньютон вважав “відносними”, а рух тіл стосовно них називав відносним. Отже, за поглядами І. Ньютона, рух Землі навколо Сонця по дужі близькій до еліпса орбіті належить до відносних рухів, а от її результуюче переміщення відносно порожнього абсолютного простору слід вважати абсолютним.

3. Суперечливість поняття АБІСВ. Рух і теорія відносності

Математична точність і послідовність ньютонівської побудови класичної механіки досягнута шляхом введення поняття абсолютної інерціальної системи відліку – вельми дивного абстрактного і нематеріального об'єкту з незвичайними і суперечливими властивостями. Її складові частини – абсолютні простір і час – “подвійно абсолютні”. Це впливає з того, що Ньютон вважає абсолютний простір одночасно і нерухомим, і цілковито незмінним у часі. До того ж, абсолютний простір не має ніякої взаємодії з рештою об'єктів у Всесвіті.

У природі не існують і не можуть існувати об'єкти без властивості взаємодії; а рух і зміни – найхарактерніші ознаки усього сущого. Одне з багатьох підтверджень цього факту полягає у тому, що доступна для спостереження ділянка Всесвіту невинно змінюється. Щоправда, для значних і добре помітних змін необхідні інтервали часу у мільярди років.

Отже, введене Ньютоном поняття АБІСВ належить до нема-

теріальної сфери і не може існувати у дійсності як реальний матеріальний об'єкт.

В історії фізики відомі численні спроби виміряти абсолютну швидкість Землі відносно абсолютного простору (раніше найчастіше вживали термін “ефір”). Хоч усі вони закінчились повною невдачею, але все ж дали А. Ейнштейну можливість ґрунтовно переглянути основні положення механіки Ньютона в аспектах питання уявлення про простір, час і механічний рух, відтак, збагатити фізику теорією відносності.

Термін, на наш погляд, аж надто невдалий. Але, схоже, проголошення заперечення абсолютності простору, часу і руху були настільки важливими для молодого автора нової теорії швидких механічних рухів, що вибір назви її він здійснив так, щоб вона підкреслювала існування у природі лише відносних рухів, лише відносних просторових і часових характеристик матерії. Це, зрозуміло, цілковито суперечило попереднім уявленням про повну незалежність інтервалів довжин і часу від вибору системи відліку.

4. Сучасні уявлення про ІСВ та механічний рух

Поняття інерціальної системи відліку дуже істотне у механіці. Практично всі підручники визначають її як таку систему відліку, в якій строго виконується закон інерції Ньютона, як і всі інші закони динаміки. Автори чомусь цілковито забувають наголосити ту обставину, що ІСВ – звичайна абстракція такого ж штибу, як і поняття матеріальної точки [7–10].

Подібне “визначення” ІСВ дуже формальне і не сприяє формуванню у студентів глибокого і чіткого уявлення про ІСВ. Додатково заплутує їх досить поширене твердження про те, що “інерціальних систем відліку існує нескінченна кількість: якщо є одна ІСВ, то будь-яка інша, яка рухається відносно першої рівномірно і прямолінійно – також інерціальна система відліку”.

Насправді інерціальних систем не існує жодної.

Поняття ІСВ – це повна абстракція. Справжні (реальні) системи відліку можуть наближатися за своїми властивостями до інерціальної системи відліку, але не можуть ототожнюватися з нею. Правильне уявлення про ІСВ може бути легко сформоване на основі простого співставлення прискорень тих тіл, з якими

зв'язані найбільш вживані на практиці системи відліку:

а) прискорення більшості засобів транспорту в нормальних умовах руху не перевищують $1-2 \text{ м/с}^2$. Неінерціальність цих систем відліку дуже відчутна, бо для збереження стану спокою середині подібного засобу транспорту необхідно напружувати м'язи, схопившись за ту чи іншу його деталь;

б) прискорення фізичних лабораторій на поверхні Землі лежить у межах $1-3 \text{ см/с}^2$. Їх неінерціальність як систем відліку виявляє себе не завжди. Необхідно провести відповідні досліді, використовуючи чутливі прилади. Прилади (маятник Фуко та ін.) повинні реагувати на вказані прискорення;

в) прискорення центра мас Землі біля $0,6 \text{ см/с}^2$;

г) прискорення центра мас Сонця у процесі його руху навколо ядра Галактики близьке до $3 \cdot 10^{-8} \text{ см/с}^2$;

д) цілком можливо, що грандіозне за масою ядро Галактики настільки віддалене від інших галактик чи квазарів, що рухається у Всесвіті зі ще меншим прискоренням, як центр мас нашого Сонця.

Зі щойно наведених прикладів легко отримати висновок – чим більша маса тіла відліку, тим менше його прискорення, тим менша різниця між зв'язаною з цим тілом реальною системою відліку та таким ідеально-непорушним поняттям, як інерціальна система відліку.

Отже, по-справжньому інерціальна система відліку має бути зв'язаною з тілом нескінченно великої маси, що й приводить нас до заключного висновку – *ІСВ є насправді граничним поняттям, абстракцією.*

Серед усіх доступних для використання у сучасній фізиці систем відліку найближчою до “справжньої” ІСВ є геліоцентрична система відліку, початок якої розташований у центрі мас Сонця, а три осі координат скеровані на дуже віддалені і практично нерухомі яскраві зірки.

Безпосереднє вимірювання прискорення руху цієї системи відліку поки-що неможливе (вище наводилась його теоретична оцінка), тому більшість підручників механіки вважає її інерціальною, а рух відносно неї – абсолютним.

Отже, у наш час абсолютним вважається рух відносно ІСВ, або відносно системи відліку, яка наближено вважається інерція-

льною. Очевидно, що рух відносно рухомої системи відліку, відносно $HeICB$, називається відносним.

Тому, на наш погляд, термін “динаміка відносного руху” має означати динаміку матеріальної точки і тіл в неінерціальних системах відліку.

Можна лише пошкодувати, що вона чи взагалі не вивчається у курсах загальної фізики, чи викладається настільки поверхово і класично-традиційно (іншими словами – аксіоматично-математично, як у курсах теоретичної механіки), що отримані студентами знання не впливають на їх світогляд і не можуть слугувати надійним інструментом для аналізу і пояснення реальних випадків відносного руху. Ще гірше те, що студенти мають цілковито хибні уявлення про сили інерції, вплив яких доводиться враховувати при найменшій спробі проаналізувати рухи тіл в неінерціальних системах відліку.

Та ці питання ми розглянемо у наступних статтях.

5. Реліктові фотони і можливість “абсолютної ІСВ”

Останнім часом термін “абсолютний рух” набув нового і досить несподіваного значення.

У 1965 році з допомогою перших радіотелескопів міліметрового діапазону виявили, що на поверхню Землі з усіх напрямків потрапляє космічне випромінювання. Його назвали “реліктовим” на знак того, що, як вважають найбільш обґрунтовані сучасні теорії еволюції Всесвіту, воно виникло у дуже давні часи його існування.

Реліктове випромінювання у вигляді “газу” фотонів заповнює весь величезний об’єм Всесвіту так, що на кожний його кубічний сантиметр припадає приблизно 500 фотонів. Розподіл їх частот відповідає випромінюванню досить холодного чорного тіла з температурою усього біля трьох градусів вище абсолютноного нуля температур.

Цей неймовірно великий океан фотонів утворився в момент народження Всесвіту і надалі охолоджувався у міру того, як Всесвіт розширювався і збільшувались його просторові масштаби. Зорі і планети мчать усередині цього газу реліктових фотонів, не відчуваючи істотної гальмуючої дії з боку фотонів, які рухаються у всіх напрямках.

Висока просторова ізотропія реліктового випромінювання стимулювала досліді, метою яких стало визначення вектора швидкості Землі у газі реліктових фотонів на основі використання ефекту Доплера (рис. 1.).

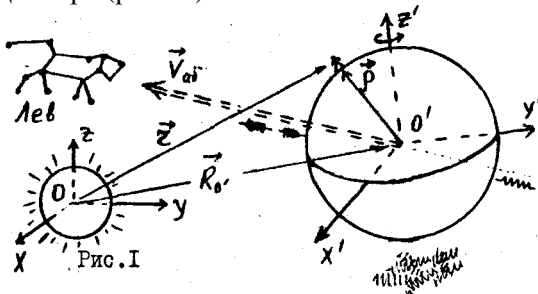


Рис. 1. Відносні і абсолютні рухи Землі

На рисунку з центром мас Сонця O зв’язана “нештрихована” система координат, а з центром мас Землі (точка O') – штрихована. Зображений нами нерухомий відносно поверхні Землі спостерігач насправді здійснює одночасно багато різноманітних рухів. Усі разом вони формують якийсь результуючий вектор швидкості переміщення в “газі” реліктових фотонів (він схематично зображений накладанням цугів окремих фотонів під сферою Землі). Це переміщення стає причиною асиметрії властивостей фотонів, які сприймає спостерігач.

Як вказано нами на рис. 1, з тієї ділянки небесної сфери, у напрямі якої рухається Земля, приходять фотони трошки вищої частоти (вищої температури), як з діаметрально протилежної точки.

Перші досліді виявились невдалими внаслідок недостатньої чутливості тогочасної апаратури. Лише на початку 1980-их років виміри дозволили не тільки встановити, що вектор швидкості Землі напрямлений у сузір’я Лева, але й переконатись, що на протязі року модуль цієї швидкості трохи змінюється внаслідок впливу руху Землі навколо Сонця.

Рух Землі у газі реліктових фотонів має певні підстави називатись “абсолютним”, а його швидкість $V_{\text{абс}}$ близька до 400 км/с. Нехтуючи менш істотними складовими, її можна записати так:

$$\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_{\text{гал}} + \vec{V}_{\text{Сон}} + \vec{V}_{\text{орб}}$$

Тут $V_{\text{гал}}$ – абсолютна швидкість нашої Галактики, що дорівнює 600 км/с і напрямлена у сузір'я Діви; $V_{\text{сон}}$ – швидкість сонячної системи в її русі навколо ядра Галактики, що приблизно утричі менша від швидкості Галактики і напрямлена майже, у протилежному напрямі; $V_{\text{орб}}$ – швидкість руху Землі навколо Сонця (біля 30 км/с). Вимірювання абсолютної швидкості Землі – одне з великих досягнень сучасної фізики.

Для теми нашої розмови найцікавіші деякі наслідки з цих радіоастрономічних вимірювань.

Визначення абсолютної швидкості Землі не порушує принцип відносності, бо досліди проводились не у герметичне закритому приміщенні зі стінами з металу чи інших ізолюючих речовин і матеріалів, а відкритому просторі Всесвіту. Під час цього експерименту використовувався такий зовнішній об'єкт, як реліктове випромінювання.

Тому, на наш погляд, немає ніякої необхідності відроджувати ньютонівську “абсолютну інерціальну систему відліку”, оскільки газ з фотонів не може слугувати тілом відліку. Дійсно – з ним неможливо жорстко зв'язати певну систему координат, у ньому немає чимось виділених точок чи напрямів. Тому немає серйозних підстав і для повернення до понять абсолютного простору і абсолютного часу у механіці Ньютона, як абсолютно незмінних нематеріальних об'єктів.

Та все ж цілком імовірно, що у когось виникне спокуса створити “абсолютно нерухому систему відліку”, пов'язану з тілом (очевидно – ракетою), яке шляхом витрати чималої кількості пального загальмувалося б до стану спокою відносно даної ділянки “фотонного моря”. Надалі безперервною чи імпульсною роботою коректуючих двигунів можна підтримувати цю нерухомість, компенсуючи гравітаційний вплив оточуючих тіл (зірок, планет, хмар пилу чи інших об'єктів).

На наш погляд, не варто долати великі труднощі для створення такої локальної абсолютної системи відліку, бо простір Всесвіту розширюється і “нерухоме” тіло рухається відносно усіх точок, які не співпадають з точкою розташування загальмованого тіла.

Звичайно, ця швидкість, зумовлена розширенням Всесвіту, стає помітною лише для дуже великих просторових інтервалів,

але важливий для нас наступний факт: властивості Природи такі, що локальний “абсолютний спокій” є одночасно “абсолютним рухом” відносно решти Всесвіту!

Література

1. Бланк О.Я., Гречко Л.Г. Фізика: Навч. посіб. для студ. техн. і природознавчих спец. вузів. – Х. : Факт, 2002. – 343 с.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: Навч. посіб. для студ. фіз.-мат. ф-тів вищ. пед. навч. закл.: У 3 кн. – К.: Вища школа, 2002. Кн. 1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – 376 с.
3. Зачек І.Р., Романишин Б.М. Фізика: Навч. посіб. для студ. дистанційної форми навчання вищ. техн. навч. закл. – Л.: Видавництво Національного ун-ту “Львівська політехніка”, 2002. – 236 с.
4. Карплюк К.С. Механіка: Навч. посібник з курсу “Загальна фізика” для студ. радіофіз. та фіз. ф-тів. – К.: РВЦ “Київський ун-т”, 1998. – 482 с.
5. Пастушенко С.М. Загальна фізика. Механіка: Навч. посібник для студ. інж.-техн. спец. вищ. навч. закладів / Національний авіаційний ун-т. – К., 2002. – 283 с.
6. Посудін Ю.І. Фізика і біофізика навколишнього середовища. – К.: Світ, 2000. – 304 с.
7. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1989.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: Наука, 1974.
9. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1985.
10. Чолпан П.П. Фізика: Підручник для студ. природничих ф-тів ун-тів і пед. ін-тів. – К. : Вища школа, 2003. – 567 с.

ДЕЯКІ МАЛОВІДОМІ ФАКТИ З ІСТОРІЇ ФІЗИКИ ТА ЇЇ ТВОРЦІВ

Ю.Є. Крот

м. Харків, Харківський державний технічний університет
будівництва та архітектури

Поняття історії фізики багатогранне, до історії фізики можна віднести історію досліджень і відкриттів, історію створення і розвитку засобів фізичних вимірювань та історію життя і діяльності творців фізики. То ж у даній роботі зроблено спробу «віддати належне» кожному з цих напрямів.

При написанні підручників з фізики їх автори звичайно дотримуються опису самих досягнень фізики, рідко (чи лаконічно) описуючи історію досліджень і дослідників.

Нобелівський лауреат 1949 року Хідекі Юкава писав, що часто при читанні підручника “шляхи розвитку наук видаються заздалегідь визначеними. Але якщо зацікавитись людьми, які закладали основи наук, подумати, чого і як можна у них навчитись, як вони міркували, то все починає видаватись по-іншому. Хто не відчуває тут різниці, той вчиться, мабуть, лише для складання екзаменів або задля працевлаштування” [1]. Далі Юкава згадує анекдоти про Ньютона (“Треба бути настільки великим, щоб про вас розповідали анекдоти”), зокрема – про виготовлення Ньютоном спеціально для кошенят маленьких отворів у дощатій огорожі, де вже був великий отвір для кішки. “Людина з такими особливостями не може не бути великим вченим. Шкода, що при вивченні механіки в школі відчуття реальності Ньютона як людини зовсім зникає.” Коли Юкава виявив, що Ньютону властиві живі людські почуття, то “жваво відчув реальність існування Ньютона – людини і дуже зацікавився ним”. То ж наведемо кілька реальних фактів з життя цієї людини.

І. Ньютон був неквапливий, обережний, похмурий, навіть відлюдкуватий і хворобливо амбіційний. Він не любив публікувати результати своїх досліджень, щоб менше конфліктувати щодо наукового пріоритету з Гуком, Флемстідом, Лейбніцем та іншими вченими.

Одним з дуже небагатьох близьких йому людей був астро-

ном Едмонд Галлей, який спонукав Ньютона до видання його “Начал натурфілософії” (більш того, хоч Галлей і не був багатою людиною, він фінансував це опублікування).

Окремі біографи (наприклад, [2]) писали “у захваті” про визнання Ньютона як державної людини у 1695 р., яке полягало у призначенні його директором Монетного двору (куди в той час приїздив російський цар Петро 1 і, можливо, ці дві великі людини зустрічались). І далі. “Геніальна інтуїція не зрадила Ньютона і наприкінці життя”.

Але є й інші свідчення [3]. “У 1692 р. у Ньютона розвинулась депресія, параноя, втрата пам’яті і дрижання рук. Наукова діяльність бідного Ньютона зазнала великого спаду, але саме в цьому стані його визнали гідним зайняти важливий службовий пост: він став директором Монетного двору і членом парламенту”. Далі там же: “Розумовий розлад Ньютона був викликаний його зайняттям алхімією. Шукаючи спосіб одержання (тобто – виготовлення) золота, Ньютон користувався ртуттю, свинцем, арсеном і стибієм, які отруювали його організм” (цьому сприяло те, що Ньютон часто ночував у лабораторії). В [3] стан Ньютона порівнюється із станом божевільного капелюшника – персонажу з “Аліси в країні див”, – при виготовленні касторових капелюхів сировину оброблювали ртуттю. Там же ще: “Чудовий мозок Е. Галлея затьмарився в той же період внаслідок надмірного вживання коньяку”.

(Наведену вище інформацію можна розглядати як екологічну та антиалкогольну агітацію, як елементи виховання учнів і студентів).

З досліджень, про які йдеться у доповіді, історично найближчими до епохи Ньютона є перші дослідження атмосферного тиску. В навчальній літературі по-різному описують перших дослідників. Наприклад, в [4] читаємо: “Тиск атмосфери визначив дослідним шляхом Е. Торрічеллі в 1643 р. Він заповнив ртуттю запаяну з одного кінця трубку і, закривши отвір трубки пальцем, опустив її отвором вниз у посудину з ртуттю. Потім він відкрив отвір трубки. Частина ртуті вилилась, а стовпчик ртуті, який залишився в трубці, виявився висотою в 76 см”; (те ж саме – в [5]). Правда ж, відомий всім, хто вчився в школі, опис “досліду Торрічеллі”? То для чого ж цей опис наведено в тексті доповіді?

Щоб показати, що це – міф, який став звичним завдяки авторам багатьох підручників, серед них і сучасного [6].

Заповнив ртуттю трубку, а потім перевернув її і т.д., тобто працював з найпершим ртутним барометром, не Еванджеліста Торрічеллі, а Вінченцо Вівіані; висота стовпчика ртуті в найпершому досліді Вівіані була не 76 см, а 75 см [7]. Автори деяких посібників, як і Г. Ліпсон, знають про Вівіані, але називають його учнем Торрічеллі [8], а самого Торрічеллі багато хто називає учнем Галілея [7, 8, 9].

Справді ж учнем Галілея був В. Вівіані, а Е. Торрічеллі був учнем Б. Каstellі. Для Торрічеллі Вівіані був або співробітником (колегою), або підлеглим. Розглянемо ситуацію детальніше.

Е. Торрічеллі був учнем Бендетто Каstellі, професора математики Римського університету. Саме Каstellі був свого часу учнем, а потім другом Галілея. За рекомендацією Каstellі Галілей запросив до себе Торрічеллі як помічника у підготовці досліджень з механіки [10]. Співробітництво Торрічеллі з Галілеєм тривало всього 3 місяці і урвалося з смертю Галілея (3.01.1642 р.), після чого Великий герцог Тосканський призначив Торрічеллі на виниклу вакансію придворного математика.

А от В. Вівіані, який провів з Галілеєм 2 останні роки його життя, дійсно був учнем Галілея. Крім Б. Каstellі і В. Вівіані, учнями Галілея були Джованні Бореллі і Марен Мерсен (з Франції).

Звернемось до передісторії досліді Вівіані-Торрічеллі. Знаходячись на дні повітряного океану, людина не відчуває на собі дії тиску атмосфери, бо всі органи людини “навантажені” зсередини таким же тиском (“відчував” на собі дію атмосферного стовпа мабуть тільки Остап Бендер, бо не його кохала Зося Синицька, а він не був членом профспілки). Тому вчені до половини 17-го століття навіть не підозрювали про існування атмосферного тиску (чи не задумувались над цим питанням). До постановки проблеми цього тиску підштовхнула практика. При використанні всмоктувальних поршневих насосів для видалення води з шахт виявилось, що вода підіймається за поршнем тільки до висоти водяного стовпа 10,34 м.

Галілей здогадався, що обмеження висоти підймання води пов’язане з тиском атмосфери, але не встиг перевірити цю здога-

дку. Для її дослідної перевірки Торрічеллі вирішив, що треба зменшити розміри майбутнього приладу (чи пристрою), застосовуючи значно важчу, ніж вода рідину, – ртуть. І от, як вже згадувалось: “У 1643 р. Вівіані, учень Галілея, заповнив ртуттю трубку довжиною 1 м (дехто пише [11]: “за дорученням Торрічеллі”, а чому Торрічеллі не сам це робив, не пишуть; може, він розумів, що ртуть токсична? Хоча врешті, “обережний” Торрічеллі прожив 39 років, а “дорученець” Вівіані – 81 рік), перекинув трубку над блюдцем, в якому теж була ртуть, і, на своє задоволення (?), виявив, що стовпчик ртуті тримається на висоті приблизно 75 см над вільною поверхнею ртуті в блюдці. Це був перший барометр” [7]. А вже потім “Торрічеллі і сам (!) помітив, що в різні дні атмосферний тиск буває різним” (наближене середнє значення тиску у різні дні й дало нині стандартну цифру 760 мм). Автор посібника [12], який, на відміну від авторів [4, 5], знає про Вівіані, зовсім категоричний в оцінці ролі Торрічеллі і Вівіані. Торрічеллі зрозумів, що для зменшення розмірів майбутнього приладу для вимірювання тиску атмосфери треба замінити воду на ртуть, а Вівіані “винайшов перший барометр”. Мабуть, така категоричність щодо особи *винахідника* виправдана.

На прикладі італійських вчених (серед них – і учні великого Галілея) проілюструємо тезу “Ніщо людське нікому не стороннє”, яка може бути свідченням шкідливості марнославства (до речі, дуже властивого й Ньютону). Учень Галілея Джованні Альфонсо Бореллі був досить відомим фізиком (відкрив закони непружного співударяння куль; разом з В. Вівіані визначив, за методом їх учителя Галілея, швидкість звуку в повітрі і т.д.). Обидва ці учні Галілея (хоча навряд чи друзі, бо ж Бореллі був аж на 14 років старшим) стали дійсними членами Флорентійської Академії дослідів [10], заснованої в 1657 р. (за її зразком в подальшому були створені Лондонське королівське товариство і Паризька Академія наук). Зауважимо, що В. Вівіані (як до нього Е. Торрічеллі) був придворним математиком.

До складу Академії дослідів увійшло спочатку 8 дійсних членів, потім до Академії було прийнято багато італійських і зарубіжних членів-кореспондентів. Виникнення Академії призвело до поживлення наукової діяльності в Італії, але вже через 10 років після заснування Академія припинила своє існування. Од-

нією з основних причин розпуску Академії була передбачена її статутом анонімність досягнень: автори нових дослідів, висновків, відкриттів повинні були “приносити себе в жертву” Академії в цілому. Внаслідок цього між академіками (особливо – між найголовнішими, Вівіані і Бореллі) виникли і прогресували суперництво та заздрість. Незлагоди в діяльності членів Академії і згубили її (згадаємо І.А. Крилова: “Когда в товарищах согласья нет, на лад их дело не пойдет” чи Л.І. Глібова: “У товаристві лад – усяк тому радіє: дурне безладдя лихо діє”).

Розпуск Академії досить згубно вплинув на результативність італійської науки у подальші 100 років [10]. До речі, екс-академік Бореллі переключився на “біофізику”, але його найкраща робота “Про рух тварин” була опублікована тільки через 2 роки після його смерті у глибоких злиднях.

За тематикою найближчим до щойно розглянутих досліджень є дослідження Броуна. У навчальній літературі міститься досить багато суперечностей стосовно об’єктів дослідження Роберта Броуна та подальших досліджень природи броунівського руху іншими вченими. Цього англійського (шотландського) дослідника, члена Петербурзької Академії наук, чомусь називають то ботаніком (більшість), то лікарем [13] (хоча ботанік має справу з флорою, а лікар, так би мовити, з фауною). Дату головного відкриття Броуна “розтягують” на 3 роки: 1826 р. [14], 1827 р. (більшість), 1828 р. [10]. Одні пишуть, що у своїх спостереженнях Броун користувався однією лінзою з фокусною відстанню 0,8 мм [7], інші – мікроскопом з великим збільшенням [15].

Неоднозначна інформація щодо об’єкта дослідження: квітковий пилок [7, 16], спори плауна [17, 18], тверді частинки, що їх містив сік рослин на зрізі [14, 19]. Дехто з авторів (наприклад, [20]) стверджує, що протягом 80 років після відкриття броунівського руху (аж до появи теорії Ейнштейна) його природа залишалась незрозумілою. В інших посібниках називаються прізвища вчених, які значно раніше пояснили природу броунівського руху: англійський фізик Уільям Рамзай (1876 р.) [10, 21], французький фізик Луї Жорж Гюї (1888 р.) [11] та ін.

Що ж стосується теорії Ейнштейна, то в [7] наведено таку інформацію: А. Ейнштейн розв’язував задачу (за власною ініціативою, без “наштовхування” проблемою броунівського руху)

стосовно того, яку масу повинна мати зрівноважена у воді тверда частинка (і одержав значення 10^{-17} кг) і з якою швидкістю вона повинна рухатись (0,01 м/с), щоб її вдалось спостерігати при достатньому збільшенні. Ейнштейн дійшов висновку про доцільність практичного спостереження таких частинок, не знаючи, що передбачена ним можливість руху зрівноважених у воді твердих частинок давно спостережена і навіть пояснена [7]. (Отже якби навіть Броун не відкрив емпірично хаотичний рух у воді твердих частинок, то все ж таке відкриття було б зроблено спланованим способом).

Підсумки: англійський ботанік Роберт Броун (чи Браун), досліджуючи під мікроскопом зрізи рослин, виявив у 30-х роках 19-го століття хаотичний рух твердих включень у рослинному соку. Досить детальні пояснення походження цього руху як прояву некомпенсованих поштовхів, одержуваних твердими частинками від молекул води, були знайдені у 19-му столітті, а найбільш детальну математичну теорію безладного (броунівського) руху створив на початку 20-го століття А. Ейнштейн.

Перш, ніж переходити до розгляду історії розвитку уявлень вчених щодо найскладніших для дослідження фізичних процесів (ядерних), звернемось до історії стандартів, а потім – до сучасних стандартних визначень у галузі магнетизму.

Як відомо з історії розвитку стандартизації одиниць фізичних величин [22, 23], у 1961 р. Комітет стандартів, мір і вимірювальних приладів при Раді Міністрів Радянського Союзу (до складу якого Україна входила) затвердив Державний стандарт ГОСТ 9867-61 “Міжнародна система одиниць” як єдину систему одиниць для всіх галузей науки і техніки, народного господарства і освіти. Одиниці інтернаціональної системи (СІ) в основному збігались з попередньою практичною системою МКС. Для наукових потреб начебто більш зручною була попередня фізична система СГС (адже тільки умовно можна говорити про поперечний переріз дротяного провідника площею 1 м^2 чи про одиничний об’єм 1 м^3 в газовому балоні). І все ж державний стандарт – це закон, якого необхідно (чи, принаймні, дуже рекомендовано) дотримуватись. До речі, в галузі електромагнетизму в деяких випадках раціоналізовані рівняння в СІ навіть зручніші за відповідні рівняння в СГС, де доводиться розрізняти записи в СГСЕ і

в СГСМ. (Для “будь-що” прихильників системи СГС нагадаємо, що американський теоретик Річард Фейнман, мабуть, не гірший за багатьох московських чи київських теоретиків, легко переішов на СІ у знаменитих “Фейнманівських лекціях”).

У червні 1978 р. було затверджено стандарт Ради економічної взаємодопомоги (РЕВ, російською мовою – СЭВ). Стандарт 1052-78 “Метрологія. Одиниці фізичних величин”. Цей стандарт, як і стандарт 1961 р., вимагав, щоб “навчальний процес, навчальна і наукова література у всіх навчальних закладах базувались на обов’язковому застосуванні одиниць СІ”. Наведемо “історичний” приклад реагування автора шкільного підручника на перехід від СГС до СІ. У підручнику, виданому в 1957 р. [24], наведено формулу модуля основної (на той час, за 4 роки до введення СІ) характеристики магнітного поля – напруженості H :

$$H = \frac{F}{I \cdot l}.$$

Тут, звичайно ж, розглядається випадок, коли провідник із струмом розташований перпендикулярно до ліній магнітного поля (у рамках СГСМ довелось би говорити про ці лінії як про лінії вектора напруженості магнітного поля, але не про “магнітні силові лінії”, що часто доводиться зустрічати. Зрозуміло, без додаткових пояснень, що силовими коректно називати лише лінії вектора напруженості електричного поля). Цілком очевидно, що при цьому графік електромагнітної хвилі треба зображувати у вигляді двох взаємно перпендикулярних синусоїд, одна з яких відповідає коливанням вектора \vec{E} , а друга – коливанням вектора \vec{H} . Саме так зроблено в [24].

Досвід спілкування з молодими викладачами свідчить: багато хто з них не знає, що величина H раніше була не додатковою, а основною і визначалась формулою, яка тепер є визначальною для індукції B (інакше кажучи, що при переході від СГС до СІ основну характеристику магнітного поля перепозначили й перейменували). Коли перехід до СІ уже відбувся, структура визначальної формули збереглась, але цей дріб уже розглядається як модуль вектора \vec{B} – індукції магнітного поля [25]:

$$B = \frac{F}{I \cdot l}.$$

Як відомо, в СІ позначення H і назва “напруженість” застосовуються для додаткової (допоміжної) характеристики магнітного поля. Ця величина може використовуватись для опису магнітних полів або макрострумів (тобто струмів провідності у провідниках), або полів, що створюються змінними електричними полями (електричними вихорами), але не для полів мікрострумів (атомарних струмів у речовині). Невдалими здаються досить поширені умови задач, в яких йдеться про рух якихось провідників (зокрема – літака) у магнітному полі Землі заданої напруженості (у принципі, звичайно, можна визначати напруженість конвекційного струму, знаючи заряд і його швидкість, але ж у випадку магнітного поля Землі ці величини невідомі).

Не дивлячись на те, що визначальна формула в [25] відповідає вже величині B , а не H , графік електромагнітної хвилі в [25] залишився таким же, як в [24]. Логіки в такому “об’єднанні” величин \vec{E} і \vec{H} (основної величини з допоміжною, образно кажучи, “директора” електричного поля з “заступником директора” магнітного поля) немає, проте подібні об’єднання і досі зустрічаються в посібниках з фізики (наприклад, [26, 27]), не кажучи вже про літературу технічну (зокрема – радіотехнічну).

При підготовці навчальних посібників для вищих навчальних закладів особливу увагу, звичайно ж, потрібно звертати на посібники для майбутніх вчителів (якщо студент педагогічного навчального закладу засвоїв недостовірну інформацію, то й майбутні його учні “постраждають”). Не маючи на меті аналізувати якість таких посібників, обмежимося розглядом у двох з них фізичного змісту напруженості магнітного поля. Почнемо з [27]. Можна цілком погодитись з тим, що “магнітна індукція \vec{B} визначає силову дію магнітного поля на рухомі заряди і струми і залежить від властивостей середовища, де створене поле”, а “напруженість магнітного поля \vec{H} залежить лише від струмів (які створюють поле), а не від властивостей середовища, де поле існує”. Це – московське видання, а ось сучасне йому київське видання [28]. “Напруженість \vec{H} не є чисто польовою характеристикою магнітного поля, а враховує матеріальні (?) властивості середовища, в якому існує поле”. Подив “зникає”, коли далі бачиш “векторну” формулу:

$$\vec{B} = \frac{d\vec{F}}{I \cdot dl \cdot \sin \alpha}.$$

Історія розвитку ядерної фізики у Радянському Союзі (до складу якого входила Україна) невідривно пов'язана з Харківським науково-дослідним інститутом, що був заснований у 1928 р. і мав спочатку назву Українського фізико-технічного інституту, а в період війни 1941-1945 р.р. став називатись ФТІ АН УРСР. Як відзначає відомий історіограф доктор фіз.-мат. наук Ю.М. Ранюк [29], характер діяльності УФТІ і ФТІ був різним: УФТІ був генератором наукових і технічних ідей, а ФТІ став виконавцем урядових постанов.

Вчені цього ФТІ зробили вагомий внесок у розробку “уранового проекту”. Лабораторію, яка працювала на цей проєкт, позначили першим номером (№1), а лабораторію №2 було організовано при Ленінградському ФТІ (до її складу увійшли І.В. Курчатова, А.І. Аліханов, Г.М. Фльоров та інші визначні вчені). Обидві лабораторії тісно співпрацювали на єдину велику мету.

Торкаючись у доповіді кількох вчених, що (в різні роки) працювали в УФТІ (чи в ФТІ), автор цієї статті керувався не тільки їх роллю в розвитку ядерної фізики, а й окремими подіями, пов'язаними з їх діяльністю в Харкові (“другій столиці” України) та деякими рисами їх характерів, які (на думку автора) мало відомі викладачам – не харків'янам.

Почнемо з теоретика, який дуже багато зробив у багатьох галузях фізики, а за участь у розробці ядерної зброї одержав звання Героя Соціалістичної Праці. Йдеться, звичайно ж, про Ландау.

Україна в цілому і Харків зокрема начебто мають підстави пишатися тим, що протягом кількох років наукова (але, на жаль, і педагогічна) діяльність геніального теоретика Л.Д. Ландау була пов'язана з Харковом (з 1932 р. до 1937 р.). Л.Д.Ландау був одночасно і керівником теоретичного відділу Фізико-технічного інституту, і завідувачем кафедри теоретичної фізики механіко-машинобудівного (пізніше – політехнічного) інституту, і завідувачем кафедри загальної фізики університету.

Наукові якості і досягнення Л.Д.Ландау загальновідомі і викликають повагу й захоплення, а от людські його якості зовсім

не корелювали з науковими. Якось він необережно висловився, що “теоретична фізика – заняття не для слов’ян” [29]. (Може саме через таку думку вчителя серед вихованців наукової школи Л.Д. Ландау так мало осіб слов’янського походження).

Як викладач, Л.Д. Ландау всіляко принижував і тероризував студентів, яких вважав (нехай навіть обгрунтовано), “м’яко кажучи”, не дуже здібними до теоретичної фізики. Дійшло до того, що з курсу на курс він переводив тільки одного (!) студента [2]. Не допомогла навіть спроба наркома освіти України “напоумити” професора, якому врешті було запропоновано піти з інституту. Не краще склались взаємини Ландау Л.Д. (Левка Дурковича, як “лагідно” називали його студенти Харкова [29]) і з студентами університету, які бомбардували скаргами на Ландау ректора університету О. Нефоросного (він свого часу сам запросив Л.Д. Ландау очолити кафедру), але ректор не зміг вплинути на Л.Д. Ландау. Як ворога народу, Нефоросного звільнили з університету, заарештували й розстріляли, а “невблаганний” Ландау в 1937 р. “утік під крило” П.Л. Капиці. Подальша історія життя Ландау (якому все ж не вдалось уникнути арешту в 1938 р., а звільнили його через рік на клопотання П.Л. Капиці і Н. Бора перед Сталіним) і його повільної смерті після автокатастрофи широко відомі.

Хоча Л.Д. Ландау (“Дау”, як скорочено називали його) жартома пробував “розшифрувати” своє прізвище як Л’ан Дау (осел Дау), насправді віслюками він вважав дуже багатьох інших (і фізиків, а не тільки студентів). (Нотатки щодо людських якостей Ландау можна розглядати як виховний матеріал для починаючих педагогів і як пересторогу для деяких викладачів і науковців).

На закінчення – про неоднозначність свідчень “літописців сучасності”. Описуючи автомобільну аварію 7 січня 1962 р. [30], родичка дружини Л.Д. Ландау розповідає, як автомобіль “Волга” (в якому Дау з друзями їхав до учнів у Дубну) на вкритій кригою автотрасі зіткнувся з вантажівкою; журналіст [2], багаторазовий член журі КВН (чи КВК), чомусь “пересадив” академіка і Героя в ... “маленький “Москвич””.

Принагідно – ще про одну катастрофу. Донька П’ера Кюрі, Єва, розповідає про обставини загибелі батька [31]. Заглиблений у роздуми вчений довго йшов по мокрому асфальту проїжджої

частини вулиці позаду закритого фіакра. Потім він вирішив перетнути дорогу. “З властивою неухважним людам несподіваністю рухів він раптом виходить з-за фіакра, який загороджує йому горизонт своїм чотирикутним ящиком, робить декілька кроків ліворуч і наштовхується на одного з коней вантажної фури, що перетинає цієї секунди шлях фіакру. П’єр, захоплений зненацька, робить незграбну спробу повиснути на грудях коня, кінь підіймається дибки ...” (і т.д.). В [32] опис лаконічний: “П’єр загинув внаслідок нещасного випадку. 19 квітня 1906 р. він переходив вулицю, послизнувся і потрапив під екіпаж, що проїздив”. Нарешті, ще лаконічніше, але достовірніше: “Заглиблений у свої думки, вчений вийшов на поїжджу частину вулиці, не звертаючи уваги на рух” [33]. Отже, справа не в тому, що він послизнувся, а в неухважності.

Ще про одного “уфтінца” – Фріца Оттовича Хоутерманса.

Походження енергії зірок першими обґрунтовано пояснили німецькі фізики Фрідріх (Фріц) Хоутерманс і Роберт Аткинсон у 1929 р. Вони підтвердили гіпотезу Артура Еддінгтона щодо перетворення в надрах зірок реакцій синтезування гелію з ізотопів водню, спираючись на розроблену Джорджем (Георгієм) Гамовим теорію тунельного ефекту в атомних ядрах. Як розповідається в [34], в той вечір, коли Хоутерманс і Аткинсон закінчили писати статтю про своє велике відкриття, перший з них на вечірній прогулянці з дівчиною радісно повідомив їй, що знає, чому сяють зорі. Дівчина чомусь не зреагувала на заяву, а згодом вона стала фрау Аткинсон (мабуть, Роберт розмовляв з дівчиною не лише про фізику й астрономію).

Продовження біографії Хоутерманса виявилось ще більш невеселим [29]. Фрідріх Георг Хоутерманс (1903–1966 р.р.), видатний фізик-ядерник, співробітник Джеймса Франка і Джорджа Гамова, рятуючись від фашистів разом із сім’єю переїхав до Радянського Союзу. На запрошення директора Фізико-технічного інституту (Харків) він почав працювати науковим керівником високовольтної лабораторії в цьому інституті. Він плідно співпрацював і з Л.В. Шубниковим, і з І.В. Курчатовим. Оцінюючи науковий рівень Хоутерманса та коло його наукових інтересів, фахівці припускають, що якби він (як багато хто з антифашистів) виїхав до США, то опинився б у перших рядах творців першої

атомної бомби.

Сталінсько-беріївський режим по-своєму “оцінив” заслуги цього вченого, видавши наказ заарештувати його (у січні 1938 р.). Звичайно ж ніяких об’єктивних причин арешту не існувало. До генерального прокурора Радянського Союзу з клопотанням про звільнення Хоутерманса звернулись Нобелівські лауреати Ірен і Фредерік Жоліо-Кюрі та Жан Перрен. На щастя Хоутерманса, він не прийняв радянського підданства, тому його не розстріляли. 25 квітня 1940 р. радянські органи прийняли рішення: “Видворити Хоутерманса Фріца Оттовича, як небажаного іноземця, за межі Радянського Союзу”. Так радянський уряд “захистив” антифашиста.

Кілька слів про згаданого вище Л.В. Шубникова. Лев Васильович був піонером радянської фізики низьких температур, керівником створеної ним всесвітньо відомої криогенної лабораторії в Харкові. Його багаторазово згадували у зарубіжних наукових публікаціях як одного з провідних вчених у галузі фізики низьких температур. Великий внесок цього вченого у дослідження надпровідності (під його керівництвом у Харкові фактично було здійснено відкриття надпровідників 2-го роду).

В [11] так наведено дати життя Л.В. Шубникова: 29.09.1901 – 1945 (ні числа, ні місяця смерті). Насправді ж [29] Л.В. Шубникова, безвинно заарештованого у серпні 1937 р., розстріляли в першій декаді 1937 р. “на відзначення 20-х роковин Великої Жовтневої соціалістичної революції”.

Коротко про ще одного співробітника Українського фізико-технічного інституту – Дмитра Дмитровича Іваненка. Цей всесвітньо відомий фізик-теоретик (100-річчя від дня народження якого – 29 липня цього року, а прожив він 90 років) народився в Полтаві. Вищу освіту він одержав у Ленінградському університеті. В 1929-1931 р.р. Д.Д. Іваненко очолював теоретичний відділ Фізико-технічного інституту в Харкові (де, до речі, в той час жили його сестра, досить відома письменниця Оксана Іваненко, і їх батько [29]).

В студентські роки Дмитро (“Дімус”) захопився теоретичною фізикою й товаришував з “Джоні” (Г.А. Гамовим) і з “Дау” (з Л.Д. Ландау, який тоді ще не встиг повністю “усвідомити” свою винятковість і міг спілкуватися з теоретиками-

“слов’янами”). У цих “Трьох мушкетерів” (за їх висловом) спочатку були навіть спільні наукові публікації.

Д.Д. Іваненко “стояв біля витоків” теорії атомного ядра і квантової фізики. За кордоном неохоче визнавали пріоритети радянських вчених, і все ж цього фізика знали всі. У 1932 р., незалежно від В. Гейзенберга, Д.Д. Іваненко запропонував протонно-нейтронну модель атомного ядра, а разом з Є.Н. Гапоном заклали основи оболонкової моделі ядра. В 1934 р. разом з І.Є. Таммом він створив теорію ядерних обмінних сил, на підставі якої Хідекі Юкава в наступному році обчислив масу гіпотетичних на той час обмінних частинок, пізніше дійсно виявлених і названих піонами. Д.Д. Іваненко передбачив випускання електронами в магнітних полях синхротронного випромінювання і спільно з І.Я. Померанчуком у 1944 р. розробив його теорію і т.д.

Д.Д. Іваненко був ініціатором створення, а потім – членом редколегії фізичного журналу Радянського Союзу, що видавався німецькою мовою.

У 1935 р. Д.Д. Іваненко був безвинно заарештований і потім висланий до Сибіру [29]. Після цього він працював у навчальних закладах Томська, Свердловська, Києва. В останні роки творчої діяльності Д.Д. Іваненко був професором Московського університету. Не дивлячись на великі наукові заслуги, він не потрапив до Академії Наук СРСР (можливо, внаслідок “зіпсованої” арештом анкети).

В історії фізичної науки немало прикладів, коли, в міру розвитку фізики, деякі уявлення навіть великих вчених виявлялись помилковими. Прикладом подібної ситуації є уявлення щодо деталей механізму поділу ядра урану чи плутонію під впливом нейтронів, – деталей, які деякі сучасні студенти чи навіть учні шкіл знають краще, ніж їх свого часу знали Нільс Бор, Я.І. Френкель чи Енріко Фермі.

У 1939 р. радянський фізик-теоретик Яков Ілліч Френкель на підставі краплинної моделі ядра розробив теорію поділу важких ядер (передбачаючи можливість і спонтанного поділу). В цей же час, незалежно від Френкеля, Нільс Бор і Джон Уїлер створили теорію поділу ядра урану-235 під дією повільних (теплових) нейтронів, а також обґрунтували можливість ланцюгової реакції в урані.

Наведемо основні уявлення передбачуваного тоді механізму поділу важкого ядра. Захопивши нейтрон, ядро переходить у збуджений стан. При цьому відстань між нуклонами зростає, сили кулонівського відштовхування між протонами перевищують ядерні сили міжнуклонного притягання, ядро втрачає сферичність, видовжується аж до гантелеподібної форми і розривається на 2 частини [35] (рис. 1). Передбачалось, що при цьому з ядра (з гантельного перешийку) “бризкають” убік 2–3 нейтрони.

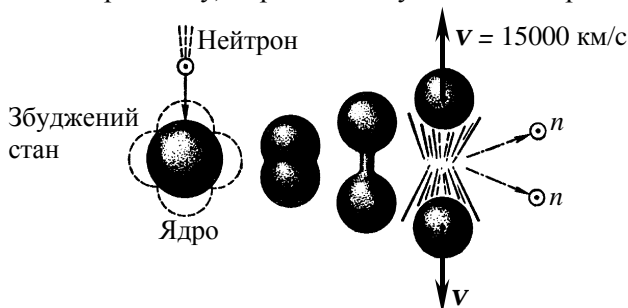


Рис. 1.

Подібна схема начебто ймовірна, але ще ймовірнішим видається інший варіант, коли уламки початкового ядра (ядра-осколки або ядра-фрагменти) виявляться переважаними нейтронами, і виліт вторинних нейтронів відбудеться з переважаними нейтронами уламків (ядер-фрагментів, рис. 2, [36]).

Вибір між цими двома можливостями було зроблено експериментально, шляхом вимірювання кутового співвідношення між переважним напрямом руху вторинних нейтронів і лінією розлітання фрагментів [37].

Якщо нейтрони вилітають з фрагментів, то ці нейтрони будуть рухатись практично в тих же напрямках, в яких рухаються фрагменти (рис. 3, а). Спрощено кажучи, рухомий фрагмент “викидає” з себе нейтрон. При вилітанні ж нейтронів з початкового ядра (з “материнського”, а не з “дочірніх”) вони повинні летіти в напрямках, перпендикулярних напрямку руху фрагментів, бо найбільш ймовірним місцем, з якого б вилітали нейтрони, була б “шийка” ядра (місце його найбільшого збудження, рис. 3, б).

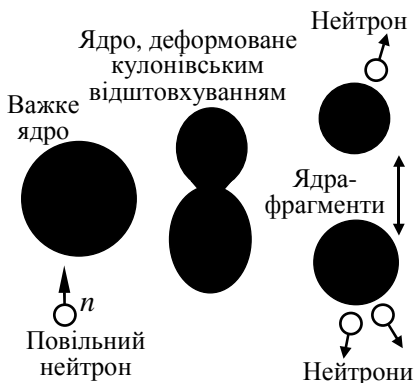


Рис. 2.

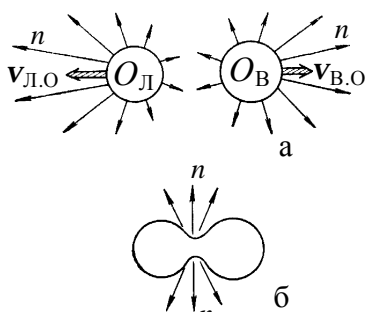


Рис. 3.

Подібні дослідження, з використанням іонізаційних камер [37], проводились вченими багатьох країн. У результаті точних вимірювань було доведено, що реалізується перший з розглянутих варіантів. На рис. 4 зображено уточнену схему поділу ядра, яка враховує, що навіть так звані миттєві нейтрони вилітають із переважаними ними фрагментів хоч і “майже зразу”, та все ж приблизно через 10^{-13} с після утворення фрагментів.

Автори шкільного всесоюзного підручника [38], який був широко поширений і передував нинішнім, зреагували на наведену в [37] і [39] інформацію половинчато: схема поділу поодинокого ядра зображувалась правильно, а в схемі розвитку ланцюгової реакції зображувався виліт нейтронів з материнського ядра (рис. 5).

Як кажуть, негарний приклад “заразливий”, бо ще й тепер зустрічаються “наслідування” попередників – тобто зображення ланцюгових реакцій схемами типу рис. 5. Приклади: популярний у Харкові посібник [40], автори якого – викладачі дуже солідного фізико-математичного лицю, а також [41].

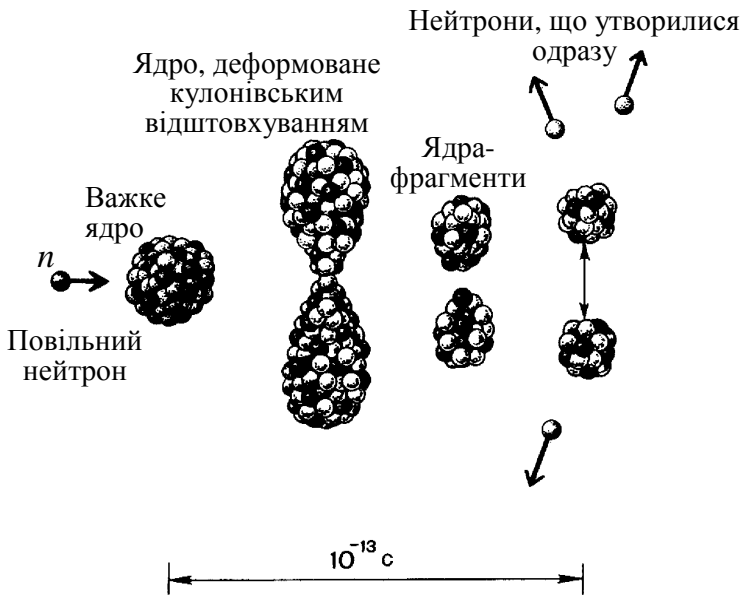


Рис.4.

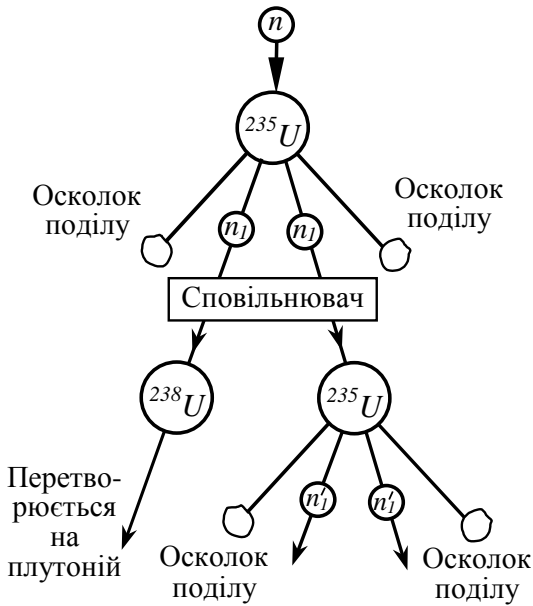


Рис. 5.

До 50-річчя початку досліджень з керованого термоядерного синтезу розсекречено багато документів з архіву Президента Росії, і широкі кола громадськості одержали змогу ознайомитись з внеском у цю проблему Олега Олександровича Лаврентьєва (зараз – наукового співробітника Харківського інституту плазми, що входить до складу ХФТІ) [42]. Народився він 7.07.1926 р. у Пскові, у 18 років пішов на фронт, а після закінчення війни був переведений у Сахалінський військовий округ. Перед початком війни Олег цікавився ядерною фізикою, але війна завадила його навчанню, тому він вивчав фізику самостійно, по книжках.



Олег Лаврентьєв.

Острів Сахалін, 1950 р.

Керівництво військової частини на Сахаліні оцінило здібності солдата, його у званні молодшого сержанта призначили на посаду радіотелеграфіста, забезпечили технічною і науковою літературою. Олег екстерном склав екзамени за шкільний курс і почав самостійне вивчення вузівського курсу. Знаючи з газет, що американці форсують роботи по створенню водневої бомби, сержант самостійно почав розробляти можливий варіант і термоядерної зброї, і керованого термоядерного реактора.

Олег надіслав листи і Сталіну, і в центральний комітет партії, написавши, що знає секрет створення водневої бомби. Листи спрацювали, з Москви надійшов виклик. Олег вступив на фізико-математичний факультет Московського університету, зустрічався з Берією (!), а також з вченими (Курчатовим, Сахаровим, Зельдовичем та іншими). Його переселили з студентського гуртожитку в окрему мебльовану кімнату у центрі Москви, підвищили стипендію і прикріпили до нього спеціальних викладачів.

Як виявилось, ідеї самоука були нездійсненні. Лаврентьєв пропонував схему промислового реактора, який би складався з двох сферичних концентрично розташованих електродів, що здійснювали б термоізоляцію плазми. Описувати, як, на думку винахідника, повинен був діяти реактор, тут недоцільно, скажемо тільки про реакцію А.Д. Сахарова на проект О.О. Лаврентьєва. Сахаров відразу зрозумів нездійсненність запропонованого

проекту, бо така конструкція не виключала б можливості контакту гарячої плазми з електродами, що призвело б до величезного відведення тепла і перешкодило б одержанню необхідних для термоядерної реакції температур.

Незважаючи на принципові недоліки проекту Лаврентьєва, саме цей винахідник підштовхнув Сахарова до створення системи магнітної (а не електростатичної) термоізоляції плазми і відіграв роль активного каталізатора діяльності інших вчених.

З військовим проектом було ще гірше. Олег не знав (і не міг знати), що секретні роботи по створенню водневої (чи воднево-літєвої) бомби уже ведуться. Цілком слухна пропозиція Лаврентьєва використовувати тверду хімічну сполуку (дейтерид літію) як термоядерне паливо запізнилась на півтора роки (Олега “обігнав” “свіжий” нині Нобелівський лауреат В.Л. Гінзбург). Запропоновані ж Лаврентьєвим схеми хімічних реакцій були не найкращими з точки зору і можливості їх здійснення, і наслідків (звідки на Сахаліні самоук міг знати велику кількість можливих термоядерних реакцій на ізотопах літію і водню та їх “перерізи” в залежності від температури).

І все ж роль О.О. Лаврентьєва в ініціюванні робіт з керованого термоядерного синтезу заслуговує згадування цього самотнього фізика (“з оригінальними і сміливими думками”, А.Д. Сахаров) в історії фізики [42].

В історії керованого термоядерного синтезу не обійшлося без курйозів. Джордж Гамов [43] згадує: у 1932 р. один з керівників Радянського Союзу М.І. Бухарін (“вірний лєнінець”), якому було доручено стежити за розвитком радянської науки і техніки, побував на його лекції в Академії наук. Гамов розповідав про термоядерні реакції як джерело енергії Сонця, а після лекції одержав пропозицію від Бухаріна очолити проект по здійсненню контрольованих термоядерних реакцій. Гамов одержував би у своє розпорядження протягом кількох хвилин однієї ночі на тиждень всю електричну потужність Московського промислового району, щоб спрямовувати її у дуже товстий мідний провідник, насичений маленькими бульбашками літє-водневої суміші (?). “Я відхилив цю пропозицію і задоволений, що так вчинив, оскільки тоді (?) це напевне б не спрацювало”, – пише Гамов.

Література

1. Юкава Х. Лекции по физике. – М.: Энергоиздат, 1981.
2. Голованов Я.К. Світочі науки. – К.: Веселка, 1970.
3. Колдер Н. Комета надвигається. – М.: Мир, 1984.
4. Милковская Л.Б. Повторим физику. – М.: Высшая школа, 1972
5. Луцик П.П., Литевчук Д.П., Миненко И.Л., Белый Л.Н. Курс физики. – К.: Выща школа, 1978.
6. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Д. Фізика (8 кл.). – К.: Ірпінь; Перун, 2000.
7. Липсон Г. Великие эксперименты в физике. – М.: Мир, 1972.
8. Фалеев Г.І., Пьоришкін О.В. Курс фізики (8 кл.). – Харків–Київ: Радянська школа, 1934.
9. Кордун Г.Г. Історія фізики. – К.: Вища школа, 1974.
10. Льюис М. История физики. – М.: Мир, 1970.
11. Храмов Ю.А. Физики (биографический справочник). – М.: Наука, 1983.
12. Крыжановский В.Г. Физика (справочник школьника). – Донецк: БАО, 1998.
13. Евграфова Н.Н., Каган В.Л. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1973.
14. Кудрявцев Б.Б. Курс физики (теплота и молекулярная физика). – М.: Учпедгиз, 1960.
15. Павлов В.И. Механика. Молекулярная физика. – Гостехиздат, 1955.
16. Радченко И.В. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1965.
17. Гончаренко С.У. Фізика для допитливих (молекулярна фізика). – К.: Техніка, 1973.
18. Буховцев Б.Б., Климонтович Ю.Л., Мякишев Г.Я. Физика (9 кл.). – М.: Просвещение, 1988.
19. Жданов Л.С., Маранджян В.А. Курс физики (ч. 1). – М.: Наука, 1971.
20. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1985.
21. Рымкевич П.А. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1975.
22. Чертов А.Г. Физические величины. – М.: Аквариум, 1997.
23. Бурдун Г.Д., Базакуца В.А. Единицы физических величин. – Харьков: Выща школа-2, 1984.

24. Перишкин А.В. Курс физики (ч. 3). – М.: Учпедгиз, 1957.
25. Перишкин А.В. Курс физики (ч. 3). – М.: Просвещение, 1971.
26. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2000.
27. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики (электродинамика). – М.: Просвещение, 1990.
28. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика (електрика і магнетизм). – К.: Вища школа, 1990.
29. Ранюк Ю.М. Лабораторія 1 (ядерна фізика в Україні). – Харків: Акта, 2001.
30. Бессараб М.Я. Ландау. – М.: Московский рабочий, 1978.
31. Кюри Е. Мария Кюри. – М.: Атомиздат, 1980.
32. Энциклопедия для детей (физика) // Ред. А.В. Володин. – М.: Аванта+, 2002.
33. Гернек Ф. Пионеры атомного века. – М.: Прогресс, 1974.
34. Киппенхам Р. 100 миллиардов Солнц. – М.: Мир, 1990.
35. Шебалин С.Ф. Нейтроны. – М.: Просвещение, 1969.
36. Крот Ю.Є. Фізика у визначеннях, таблицях і схемах. – Харків: Ранок, 2003.
37. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику. – М.: Госатомиздат, 1963.
38. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Фізика (10 кл.). – К.: Радянська школа, 1983.
39. Над чем думают физики (физика ядра и плазмы), вып.10. – М.: Наука, 1974 (там – Р. Лихман “Деление ядра”, 1965).
40. Гельфгат И.М., Генденштейн Л.С., Кирик Л.А., Свириновская Е.Ю. Физика в таблицах. – Москва-Харьков: Гимназия, 1997.
41. Пастушенко С.М., Пастушенко Т.С. Фізика (означення, закони, приклади розв’язування задач). – К.: Діал, 2002.
42. К истории исследований по управляемому термоядерному синтезу // “Успехи физических наук”, т. 171, № 8, 2001.
43. Гамов Дж. Моя мировая линия. – М.: Наука, 1994.

ФОРМУВАННЯ МОТИВАЦІЇ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У ВИЩОМУ ЗАКЛАДІ ОСВІТИ

Г.М. Кузьменко, М.Г. Кузьменко
м. Полтава, Полтавський військовий інститут зв'язку
pvizua@poltava.ukrtel.net

Активній навчально-пізнавальній діяльності студентів завжди передують її мотивація. Мотивація, як психологічне підґрунтя індивідуальних дій, є процесом, у ході якого людина досягає певного очікуваного стану чи поставленої мети, з урахуванням психологічних та соціальних складових [2, с. 53]. Складовим елементом мотиваційного процесу є мотив, який уособлює в собі потребу, потяг, спонукання, бажані цільові стани, схильність, намагання та ін. Мотив – як спонукання – це джерело дії, що її породжує [4, с. 42], а в навчальному процесі це джерело активної пізнавальної діяльності.

Визначальним у формуванні мотивації вивчення усіх дисциплін для студентів є прагнення стати фахівцем, підготовленим до ринкових умов праці. Цей мотив довготривалий і діє протягом усього терміну навчання у вищому навчальному закладі. Під час вивчення окремих загальноосвітніх дисциплін, зокрема фізики, викладач може його використати з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, підбираючи прикладні питання і задачі. Так, у Полтавському військовому інституті зв'язку ми розробили і постійно вдосконалюємо збірник військово-прикладних задач з фізики. Задачі цього збірника пов'язані з фаховою підготовкою студентів і курсантів і у більшості випадків мають проблемний характер. Розробляючи ці задачі ми виходили з того, що вони мають бути актуальними з точки зору студентів, захоплювати їх і спонукати до розв'язування.

Наведемо приклад такої задачі з фізики, розробленої нами для майбутніх зв'язківців.

Задача № 1. Радіоприймач працює на частоті 23 МГц. Індуктивність вхідного коливального контура $L = 0,7$ мкГн, еквівалентний активний опір $R = 1,7$ Ом. Задача діє на приймач радіостанції на частоті 22,7 МГц і створює на його вході напругу, яка дорівнює за величиною напрузі сигналу, що приймається. Чи мож-

ливий якісний радіозв'язок за таких умов?

Проблемне запитання цієї задачі є рушієм активного мислення, джерелом творчого пошуку знань необхідних для розв'язування задачі і навчально-пізнавальним мотивом формування фахового уміння налагоджувати якісний радіозв'язок.

Проведені нами педагогічні дослідження свідчать, що розв'язування прикладних задач з фізики підсилює навчально-пізнавальний мотив, активізує мотивацію вивчення дисципліни і започатковує фахові уміння майбутніх інженерів-зв'язківців, а розв'язування прикладних задач проблемного характеру допомагає формувати творчий рівень їх знань [1, с. 183].

Психологами встановлено, що проблема мотивації тісно переплітається з проблемою емоцій. Емоційний стан має тенденцію мати мотиваційні властивості [3, с. 465]. Тому ми часто вивчення окремих питань фізики на лекціях починаємо з проведення дидактично обґрунтованих і естетично підготовлених лекційних демонстрацій або комп'ютерного моделювання фізичних явищ, які викликають у студентів позитивні емоції (захоплення, радість, задоволення). Після чого ми формуємо проблемну задачу, розв'язування якої неможливе без конвергентного і дивергентного мислення, тобто активної творчої діяльності.

Наприклад, під час вивчення сили Лоренца ми спочатку демонструємо вплив магнітного поля на рух електронів в електронно-променевої трубки осцилографа, в якому металеві бокові стінки корпусу замінені на стінки з органічного скла. Після проведення досліду ми пропонуємо студентам відповісти на запитання: чому при переміщенні магніту відносно осцилографа світла точка на його екрані зміщується?

Якщо студенти не можуть дати відповідь на це проблемне запитання, то лектор пропонує їм згадати поняття про природу постійного електричного струму і дію магнітного поля на нього. Відновивши в пам'яті ці питання, більшість студентів приходять до висновку, що на рухому заряджену частинку в магнітному полі діє сила Лоренца.

Формулу для визначення сили Лоренца викладач пропонує студентам знайти самостійно. Один із студентів розв'язує цю задачу біля дошки, застосовуючи закон Ампера і формулу густини струму. При цьому він аналізує і синтезує наочну інформацію

і свої знання, зосереджуючись на розв'язуванні задачі, і знаходить формулу сили Лоренца. Таким діям студента властиве конвергентне мислення [3, с. 469] і смислове запам'ятовування навчального матеріалу.

Закінчуємо ми вивчення цього питання демонстрацією комп'ютерних моделей руху електронів в електронно-променевої трубці.

Навчально-пізнавальний мотив найбільш активно спонукає студентів до пошуку відповідей на проблемні запитання, якщо вони пов'язані з їх фаховою підготовкою. Прикладом може бути розрахунок на лекції частоти результуючого коливання (проміжної частоти радіоприймача) одержаного експериментально з допомогою трьох осцилографів і змонтованого на стенді супергетеродиначного радіоприймача. Ця демонстрація зручна тим, що результати розрахунків легко перевіряються експериментально.

Отже, впроваджена нами методика проведення лекцій і розв'язування прикладних задач дає можливість формувати стійку мотивацію вивчення фізики.

Література

1. Кузьменко Г.М. Започаткування фахових умінь на практичних заняттях з фізики у вищому технічному закладі освіти // Збірник наукових праць ПДПУ ім. В.Г. Короленка. Серія "Педагогічні науки". – Випуск 1-2 (28/29). – Полтава, 2003. – С. 181-183.
2. Макаревич О.П. Мотиваційне підґрунтя регуляції власної поведінки особистості: Навчально-методичний посібник. – Київ: ВГІ НАОУ, 2000. – 96 с.
3. Ребер Артур. Большой толковый психологический словарь. Том 1 (А-О). Пер. с англ. – М.: Вече, АСТ, 2000. – 592 с.
4. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии: В 2-х т. – Москва: Педагогика, 1989. – Т.2. – 328 с.

МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА В КУРСІ ФІЗИКИ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ: ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

В.В. Куліш, В.М. Кулішенко, О.Я. Кузнєцова, С.М. Пастушенко
м. Київ, Національний авіаційний університет
kulish2001@ukr.net

Вступ

Всі ми живемо в часи фундаментальних і надзвичайно швидких змін буквально усього, що нас оточує. Змінюється все, починаючи від клімату і закінчуючи політичним і економічним устроєм держави. І все це супроводжується кардинальним руйнуванням як оточуючого соціального та політичного середовища, так і суттєвими метаморфозами в методичній та педагогічній ситуаціях, що відбуваються у всіх ділянках сучасної вищої школи України. Про різноманітні наслідки і проблеми, що при цьому виникають, всі ми добре знаємо. Особливо ті з нас, хто постійно має справу з викладанням на молодших курсах, у тому числі, і курсу фізики для інженерних спеціальностей. Формується абсолютно нове і, ще зовсім недавно, невідоме методичне і педагогічне середовище. Причому все це відбувається у жорстких умовах суттєвого скорочення аудиторних годин, які заплановано для вивчення курсу фізики, систематичного падіння рівня фізико-математичної підготовки абітурієнтів, переходу від усної до письмової форми прийому семестрових іспитів та появи такої раніше незнаной категорії, як студенти контрактної форми навчання.

Як відомо, скорочення навчальних годин з курсу фізики тісно пов'язано з стратегічним напрямком, взятим Міністерством освіти і науки України на "гуманітаризацію" інженерної освіти та перенесення центру тяжіння організації навчального процесу з аудиторних на поза аудиторні форми навчання. При цьому, за задумом, ні кількість базового матеріалу, що належить засвоїти студентам, ні глибина їх навичок, які мають бути сформованими, не повинні зазнати змін у гіршу сторону. Очевидно, що, залишаючись у полі традиційних діючих на сьогодні методичних схем, повноцінне досягнення такої мети виглядає справою прак-

тично нездійсненою, що і підтверджено набутим на сьогодні практичним досвідом. Останнє, в свою чергу, спонукало нас до пошуку нових методичних схем та систем, які б більш адекватно враховували існуючі на сьогодні реалії. Приклад результатів таких пошуків представлено у даній роботі у формі *нової версії рейтингово-модульної системи*. Враховуючи жорсткі обмеження на обсяг статті, далі ми обмежились лише коротким описом деяких її ключових особливостей. Представлена робота є розвитком ідей, викладених у статті [1].

1. Практичні заняття

Методика проведення практичних занять в межах вказаної системи зумовлена письмовою формою проведення семестрових іспитів та посиленням ваги самостійної роботи студентів, про що вже говорилось. Головна ідея полягає у *моделюванні екзаменаційної ситуації* на кожному практичному занятті. У свою чергу, практичне заняття складається з двох частин, а саме, контролю теоретичної підготовки (у вигляді короткої письмової контрольної роботи) і усному захисті домашніх і індивідуальних задач.

Радикальною відмінністю рейтингово-модульної системи, що обговорюється, є застосування тут ідеї “дрібного” розподілу навчального матеріалу на модулі (*мікромодулі*). А саме, використання системи “*одне практичне заняття – один модуль*”. Виникає логічне запитання: чому автори системи пішли на такий, здавалось би, дивний спосіб формування модулів?

Курс фізики для інженерних спеціальностей викладається для студентів першого–другого курсів, із притаманними для них специфічними віковими особливостями. Тобто, для вчорашніх школярів із їхньою шкільною звичкою до контролю знань “на кожному уроці” і т.д. У цьому зв’язку, як добре відомо, у період їх адаптації їх до вузівських умов виникає ряд серйозних відомих проблем. У випадку нашої схеми у студента немає ніякої необхідності “згадувати самостійно”, чи є наступне заняття контрольним, чи проміжним. Він твердо знає, що кожне заняття є контрольним і до кожного заняття треба повноцінно готуватись. Саме завдяки дії вказаного чинника і досягається рівномірність розподілу навчальних зусиль студента протягом всього семестру. Саму схему поділу матеріалу на модулі, яка застосовувалась нами,

проілюстровано прикладом, наведеним у Додатку 1. Тут окремі мікромодулі, які пов'язані між собою фізичним змістом, об'єднуються у так звані *макромодулі*. Наприклад, макромодуль 1 “Механіка” складається з таких мікромодулів: “Кінематика”, “Динаміка”, “Механіка твердого тіла”, “Закони збереження”. Така схема поділу навчального матеріалу на макромодулі дає можливість поєднати (синхронізувати) запропоновану модернізовану версію модульно-рейтингової системи з традиційними подібними системами, які паралельно можуть застосовуватись у вузі. Відповідно, полегшується робота деканатів у питаннях уніфікації контролю та звітності, які у даному випадку вимушені мати справу з фактом застосування різних систем на різних кафедрах.

Елементи кожного модуля, а саме, контроль освоєння теоретичного матеріалу попередньої лекції (письмово); захист розв'язків домашніх задач, однакових для всіх студентів (усно); контроль результатів виконання домашніх індивідуальних задач оцінюються за 4-бальною системою: 5 – «відмінно»; 4 – «добре»; 3 – «задовільно»; 2 – «незадовільно». Студенти, які відсутні (з будь яких причин) на занятті, автоматично отримують оцінку “незадовільно”. Як показала практика, така спрощена схема реєстрації поточної успішності студентів виявилась оптимальною в плані виховного впливу на них. На практичному занятті звичайно також проводиться роз'яснення методів та особливостей техніки розв'язання стандартних фізичних задач.

Зазначимо однак, що у разі, коли кількість студентів у групі перевищує 22–25 осіб, протягом заняття практично не вдається здійснити точну оцінку знань студентів при їх усному захисті загальних задач. У цьому випадку ми вимушені були застосовувати систему оцінки типу “залік–незалік”. Запропонована схема об'єднання модулів у макромодулі дозволяє провести проміжну атестацію студентів у формі підсумкових занять – контрольної роботи та колоквиуму (див. Додаток 1). Це, однак, робиться тільки за умови, якщо робочим навчальним планом з практичних занять визначено не менше 2 годин за тиждень. У випадку, коли цей норматив становить 1 годину/тижд., то проміжна атестація проводиться за поточною успішністю студентів. Вищезгадані семестрові двохгодинні контрольна робота та письмовий колоквиум проводяться у другій половині семестру. У першому випад-

ку здійснюється контроль вміння студентів розв'язувати задачі, у другому – контролюється рівень їхньої теоретичної підготовки. Оцінки отримані за колоквиум і контрольну роботу при підрахунку рейтингової семестрової оцінки студента враховуються з коефіцієнтом “3”.

Надзвичайно важливий методичний момент усієї описаної системи контролю полягає у тому, що білети для проведення вказаних семестрових контролів розробляються на базі списків теоретичних питань та типових задач, з якими студент стикався протягом попередніх поточних контролів. Важливим також є і те, що далі *ці ж питання і подібні ж задачі* складають основу для підготовки екзаменаційних білетів. Все це у кінцевому підсумку дозволяє досягти значно більш високого рівня підготовленості студентів до складання екзамену, ніж це має місце у випадках використання традиційних схем.

2. Лабораторний практикум

У випадку застосування даної системи заняття з лабораторного практикуму проводяться за стандартними методиками. Проте, в незалежності від типу методики, що використовується, обов'язковим залишається її рейтингова спрямованість, особливо у випадках, коли при вивченні певних розділів курсу фізики навчальними планами взагалі не передбачено проведення практичних занять. За цих умов серед основних новацій рейтинго-модульної системи є модернізація стандартної методики занять з лабораторного практикуму. Ключовим моментом при цьому є підсилення теоретичної частини лабораторної роботи, до складу якої повинні входити обов'язкові і індивідуальні задачі. За кожен виконану лабораторну роботу студент отримує дві поточні оцінки. У тому числі, одну з них за підготовку до роботи (Допуск), а другу – за захист отриманих результатів (Захист). При допуску проводиться письмово-усне опитування студентів з теорії за темою лабораторної роботи, а також контроль уміння вирішувати практичні задачі. При захисті викладач перевіряє правильність результатів обчислень і розуміння студентів фізичного змісту отриманих результатів. При цьому проводиться оцінювання відповідей на контрольні питання, тести і задачі до лабораторної роботи. Приклад журналу викладача із проведення лабораторних

робіт з модульно-рейтингового контролю наведено у Додатку 2.

3. Індивідуальні заняття

У межах модульно-рейтингової системи індивідуальні заняття виконують важливу роль своєрідних “демпферів”. Перш за все, на цих заняттях студенти отримують методичну допомогу з розв’язання своїх індивідуальних та загальних задач. Крім того, мають змогу “погасити” свої поточні заборгованості. Студенти, які цього бажають, на індивідуальних заняттях мають також можливість підвищити свої поточні рейтингові оцінки. Все це, з одного боку, дозволяє студентам пом’якшити можливі організаційні наслідки від отримання незадовільних поточних контрольних оцінок, а з іншої – створює реальні можливості для підвищення свого поточного рейтингу. Зазначимо, що остання можливість породжує вельми цікавий педагогічний феномен. А саме, у групах нерідко створюються умови для появи яскраво виражених “змагальних настроїв”. Це проявляється, наприклад, у тому, що на індивідуальні заняття, з’явилися студенти, більшість із яких горіли бажанням підвищити свій поточний рейтинг.

4. Система рейтингової оцінки знань

Атестованим (допущеним до складання семестрового іспиту) вважається студент, який:

- виконав і захистив всі лабораторні роботи;
- виконав і захистив всі індивідуальні завдання (задачі);
- за результатами модульно-рейтингового контролю має середню рейтингову оцінку 3 і більше балів.

При цьому, середня рейтингова оцінка складається як середня арифметична від:

- суми всіх оцінок отриманих на всіх практичних заняттях-модулях;
- оцінок отриманих за колоквиум та семестрову контрольну роботу, які враховуються з коефіцієнтом “3”;
- середньої оцінки за лабораторний практикум, яка враховується з коефіцієнтом “3”.

Розрахована таким чином рейтингова оцінка і є тією основою, на якій, фактично, тримається вся система, що обговорюється.

5. Система заохочень та покарань

Важливим елементом модульно-рейтингової методології, що обговорюється, є врівноваженість системи покарань та заохочень. Головна ідея цієї системи полягає у можливості гарантовано уникнути необхідності здавати семестровий іспит, якого більшість навіть успішних студентів обґрунтовано побоюються. Така можливість реалізується через можливість зарахування рейтингової оцінки як екзаменаційної. На відміну від традиційних рейтингово-модульних систем, у випадку даної її версії таке зарахування не поширюється на оцінку “задовільно”. Це дозволяє підняти престиж більш високих рейтингових оцінок, як таких, і, тим самим, стимулює студента до підвищення якісної успішності. Відповідно, як вже відзначалось, системою передбачена можливість для багаторазового підвищення поточних рейтингових оцінок.

6. Проблеми і шляхи їх подолання

Головні проблеми, які реально виникають при практичному впровадженні запропонованої версії рейтингової системи, як це не парадоксально, прямо не пов'язані ні з методикою викладання, ні з особливостями педагогічної ситуації, що при цьому складається. Головним джерелом таких проблем є *реальний навчальний план* з курсу фізики, а більш конкретно – *обсяг навчальних годин*, які на сьогодні відведено для вивчення курсу фізики. Наприклад, навчальними планами деяких спеціальностей взагалі не передбачено практичних занять при вивченні певних розділів фізики. Абсолютно очевидно, що за таких умов сподіватися на радикальні зміни загальної ситуації на краще (у тому числі, у справі підвищення рівня фундаментальності освіти) тільки за рахунок впровадження рейтингової системи несерйозно і наївно. Бо ж відомо, що будь-яка методична система (а рейтингова не являє собою виключення) може бути ефективною лише у тому банальному випадку, коли викладач має реальний доступ до самого “об’єкту педагогічного впливу”. Неможливо в принципі дати студентові повноцінні навички розв’язання фізичних задач, якщо практичні заняття, як вже згадувалось, взагалі не передбачені навчальним планом. То ж, у випадку, коли у вузі дійсно ставиться задача підвищення рівня фундаментальної підготовки

студентів, перший практичний крок повинен полягати у приведенні навчальних планів у відповідність з реаліями. Як мінімум, вони не повинні мати протиріччя елементарному здоровому глузду.

Для організації оптимальних умов для впровадження ефективної рейтингової системи повинно бути передбачено:

- кількість годин на проведення практичних занять у обов'язки не менше як дві години на тиждень;

- планування годин на індивідуальну роботу не на потік, а на групи;

- розподіл груп на підгрупи при проведенні практичних занять з фізики;

- планування (в годинах) реальних витрат часу викладача на підготовку до занять та на перевірку поточних та семестрових письмових контрольних робіт.

Як показує практика, чим далі ми знаходимось від цих, природних для курсу фізики вимог, тим нижчою є реальна віддача від впровадження рейтингової системи.

Висновки

Практика застосування рейтингово-модульної системи, навіть у тих “помірно сприятливих” умовах, що на сьогодні існують в Національному авіаційному університеті, показала, що реально знизилась як кількість студентів, недопущених до екзамену, так і кількість тих, хто отримав допуск до екзамену “в останню мить”. Крім того, суттєво підвищився середній бал успішності студентів по результатах семестру. Робота студентів стала більш ритмічною і плановою. Разом з тим, необхідно зауважити, що рейтингова система практично не впливає на роботу найкращих і найгірших студентів. Найкращі студенти, як правило за рахунок високої самодисципліни не потребують якихось додаткових “засобів стимулювання”. Характерною ж особливістю “найгірших” студентів є їх систематична відсутність на більшості навчальних занять протягом семестру. Як правило, це студенти, що навчаються за контрактною формою, для яких є типовим низький рівень умотивованості до успішного навчання. Як наслідок, застосування будь яких із існуючих методичних систем, не виключаючи і модульно-рейтингову, не можуть бути ефекти-

вними у зв'язку з їх банальною відсутністю на заняттях. Підкреслимо, що контракті студенти є абсолютно новим, раніше не знаним, явищем для традиційного методичного середовища, яке складалося у вітчизняних вузах десятиріччями. Це означає, що по відношенню до студентів вказаної категорії повинні будуватись спеціальні методично-виховні системи, що базуються на дещо інакших ідейних та організаційних засадах.

Слід, однак, зауважити, що проведення занять за рейтингово-модульною системою вимагає від викладача набагато більшого фізичного і емоційного напруження та самовіддачі, ніж це має місце у випадку застосування традиційних схем. Значно зростають витрати часу на підготовку до занять. Перш за все, через необхідність підготовки численного роздаткового матеріалу, а також перевірки “летючих контрольних”, індивідуальних задач, матеріалів колоквиуму та семестрової контрольної роботи. Все це визначає, що вказані витрати часу повинні бути якось враховані навчальним планом та відповідною системою матеріальних та моральних заохочень. Іншим аспектом проблеми є наявна невідповідність кількості навчальних годин, які протягом останніх років відводяться для вивчення фізики, з одного боку, та ролі і значення останньої у підготовці повноцінного сучасного інженера – з іншого. Досвід останнього десятиріччя ще раз впевнено показав, що дива (принаймні у ділянці вищої освіти) не буває. Неможливо підготувати висококласного інженера без надання йому попередньої потужної фундаментальної бази. То ж, реальне (а не паперове) повномасштабне і повноцінне впровадження рейтингової системи вимагає, перш за все, перегляду домінуючої стратегії “економії” навчальних годин за рахунок фізики та математики, яка фактично діє на сьогодні. Або, інакше кажучи, мова йде про чесне офіційне визначення дійсних місця і ролі фундаментальної складової в процесі підготовки сучасного інженера.

Література

1. Куліш В.В., Кулішенко В.М., Кузнєцова О.Я., Пастушенко С.М. Впровадження нової версії модульно-рейтингової системи у курсі фізики в технічному університеті // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Вип. 3, Т. 2. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – С. 200–205.

Додаток 1

**РОБОЧИЙ ЖУРНАЛ ВИКЛАДАЧА
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ЗА
МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЮ СИСТЕМОЮ (34 ГОДИНИ)**

Група _____ Факультет _____ Викладач _____

Прізвище, ім'я, по-батькові		Макромодуль 1 Механіка	
Теорія	Модуль 1. Кінематика	Теорія	Модуль 2. Кінематика
Задачі			
Теорія	Модуль 3. Динаміка	Теорія	Модуль 4. Закони збереження
Задачі			
Теорія	Модуль 5. Механіка твердого тіла	Теорія	Модуль 5. Механіка твердого тіла
Задачі			
1-а проміжна атестація			
.....			
Контрольна робота			
Колоквіум			
Лабораторні роботи			
Підсумковий рейтинг			
Залік			

Додаток 2

**РОБОЧИЙ ЖУРНАЛ ВИКЛАДАЧА
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ЗА
МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЮ СИСТЕМОЮ (34 ГОДИНИ)**

Група _____ Факультет _____

Викладач _____

Прізвище, ім'я, по-батькові		Макромодуль 1. Механіка		
Допуск до роботи	Модуль 1 Кінематика	Модуль 2 Кінематика	Модуль 3 Динаміка	Допуск до роботи
				Захист роботи
Допуск до роботи	Модуль 2 Кінематика	Модуль 3 Динаміка	Допуск до роботи	
Захист роботи				
Допуск до роботи	Модуль 3 Динаміка	Допуск до роботи		
Захист роботи				
Проміжна атестація				
.....				
Підсумкове заняття				
Контрольна робота				
Підсумковий рейтинг				
Залік				

УТОЧНЕНИЕ ЗАКОНА СМЕЩЕНИЯ ВИНА С УЧЁТОМ РЕЗОНАТОРНОЙ ПРИРОДЫ ИЗЛУЧЕНИЯ АБСОЛЮТНОГО ЧЁРНОГО ТЕЛА

Я.А. Кумченко

г. Днепропетровск, Днепропетровский государственный
аграрный университет
info@dsau.dp.ua

Вопрос об изображении спектрального распределения мощности излучения абсолютно черного тела обсуждался на страницах специальных журналов [1–3] и решался по-разному.

В работах [4–6], как отмечает Гуревич [7], найдено правильное решение. Однако оно расходится с тем, что мы привыкли считать азбучными истинами.

Спектральная плотность излучения выражается известной формулой Планка

$$p_{\lambda} = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{\exp \frac{c_2}{\lambda T} - 1}, \quad (1)$$

где $c_2 = 1,438 \cdot 10^{-2}$ К·м.

Элементарная мощность, излучаемая с единицы площади в спектральном интервале $\lambda, \lambda + d\lambda$, определяется выражением

$$dP = p_{\lambda} \cdot d\lambda, \quad (2)$$

Продифференцировав (1) по длине волны λ , получаем уравнение

$$\frac{x}{1 - \exp(-x)} = 5,$$

где $x = \frac{c_2}{\lambda T} = 4,9651$. При этом закон смещения Вина получается в обычной форме $\lambda_{\max} \cdot T = 2,896 \cdot 10^{-2}$ К·м.

Однако, если элементарную мощность излучения представить в виде

$$dP = p_{\lambda} \cdot \lambda \cdot \frac{d\lambda}{\lambda}, \quad (3)$$

то, учитывая выражения (1) и (3), приходим к формуле

$$dP = \frac{c_1 \lambda^{-4}}{\exp \frac{c_2}{\lambda T} - 1} d(\ln \lambda), \quad (4)$$

Где же теперь расположиться максимум P_{\ln} и какова будет величина этого максимума? Произведя дифференцирование (4), мы придем к уравнению

$$\frac{x}{1 - \exp(-x)} = 4,$$

где $x = \frac{c_2}{\lambda T} = 3,9207 \cdot 10^{-2} \text{ К} \cdot \text{м}$.

Гуревич [7] уточнял закон Вина через коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{c_1 \lambda^{-5} d\lambda}{[\exp \frac{c_2}{\lambda T} - 1] \sigma T^4}.$$

Дифференцируя последнее выражение по T и приравнявая производную к нулю, получим закон Вина в виде

$$\lambda_{\max} \cdot T = 0,3668 \cdot 10^{-2} \text{ К} \cdot \text{м}.$$

Приходится считать, что положение максимума излучения в спектре абсолютно черного тела определяется законом Вина, в котором следует подставлять постоянную не $2,886 \cdot 10^{-3}$, а $0,3668 \cdot 10^{-2} \text{ К} \cdot \text{м}$. Причем равными спектральными интервалами следует считать интервалы, характеризующиеся равенствами отношений $\frac{\Delta \lambda}{\lambda}$.

Автор данной работы объясняет нестыковку между постоянными Вина тем, что следует учитывать ширину спектральных полос для резонаторной природы излучения, которую предложил Планк [8]. Отметим, что в Британской энциклопедии постоянная Вина не значится вовсе.

На рис. 1 представлен график эксперимента Франка-Герца, на котором хорошо видны как резонансные так и антирезонансные частоты и видны конечные (ненулевые) размеры ширин спектров. Их то и предлагает учитывать автор данной работы.

Интересно представить экспериментальную кривую усиления и ослабления для акустического резонатора, которую построил Д.И. Блохинцев (рис. 2). Видно, что режимы работы мик-

порезона

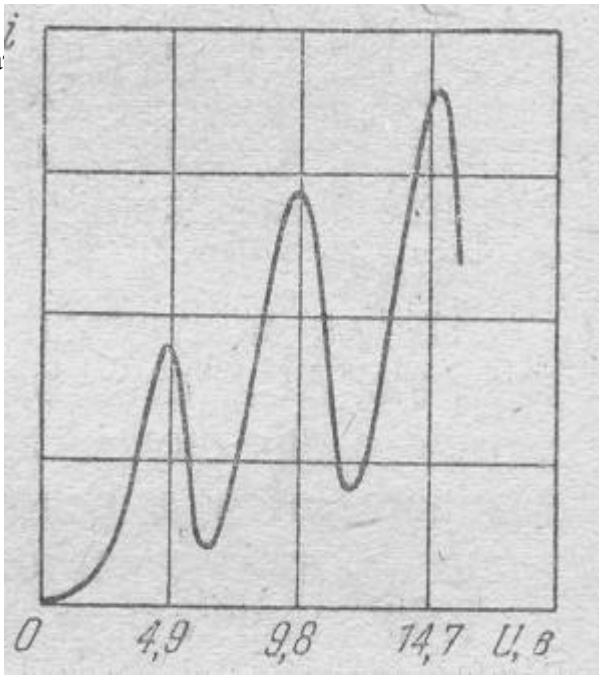


Рис. 1.

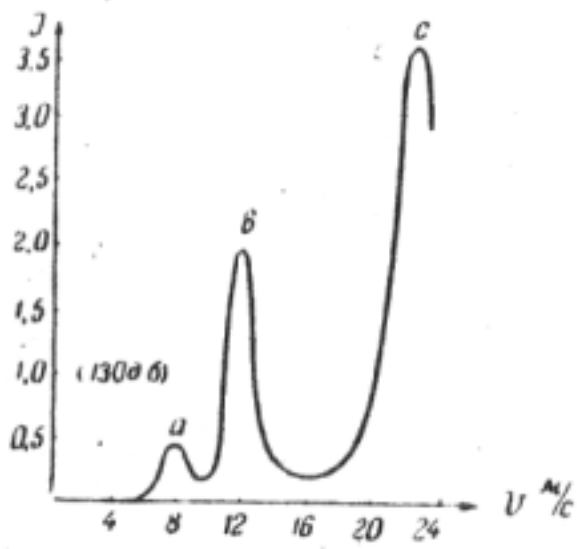


Рис. 2.

Вывод: при учете ширины спектров излучения постоянную Вина следует брать равной $0,3668 \cdot 10^{-2}$ К·м, считая равными спектральными интервалами $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$.

Литература

1. F.Benford, J. Opt. Soc. Amer. 29, №2, 92-96 (1939).
2. A.G. Worthing, J. Opt. Soc. Amer. 29, №2, 101-102 (1939).
3. А.А. Гершун, УФН 46, №3, 388-395 (1952).
4. А.Н. Boerdijk, Philips Res. Rep. 8, 291-303 (1953).
5. L. Foitzik, Exprt. Techn. Phys. 1, №4/5, 209-213 (1953).
6. R.H. Bracewell, Nature 174, №4429, 563-564 (1954).
7. М.М. Гуревич, О спектральном распределении мощности излучения, УФН, Т. LVI, вып. 3 (1955).
8. M.Plank, Drude's Ann. 4, 533. (1901).

РЕЗОНАТОРНАЯ ПРИРОДА СИЛОВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ОГРАНИЧЕННОСТЬ ПРИНЦИПА КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОГО ДУАЛИЗМА

Я.А. Кумченко

г. Днепропетровск, Днепропетровский государственный
аграрный университет
info@dsau.dp.ua

Ещё на самой ранней стадии развития квантовой механики указывалось как на корпускулярную, так и на волновую природу движения материи. Это так называемый корпускулярно-волновой дуализм, который широко взят на вооружение как физиками, так и философами.

А всегда ли существует дуализм волн и частиц? Такой вопрос ставит Д.И. Блохинцев в своей статье [1], напечатанной в УФН в рубрике «К вопросу о единой теории поля». Он пишет в выводах работы, что «по всей видимости существуют и такие состояния полей, которые не сводятся к «полетонам», т.е., корпускулярно-волновой дуализм не исчерпывает всех мыслимых состояний материи: могут быть и такие состояния, которые не сводятся к частицам. Являются ли эти состояния чисто математической возможностью или они на самом деле реализуются в природе – это пока открытый вопрос». И далее (там же) Д.И. Блохинцев задается вопросом – «но можно ли считать исключенным, что нейтрино вообще не является «полетоном» и не обладает корпускулярными свойствами?».

Уместно здесь задаться и прямо противоположным вопросом – можно ли считать, например, электрически нейтральные частицы такими, что совсем не проявляют волновые свойства? Ведь известно, что корпускулярно-волновой дуализм присущ только фотонам, электронам, протонам и α -частицам. Например молекула водорода в два раза легче α -частицы, но волновой природой в обычных условиях не обладает. Это же относится и ко всем другим более тяжелым незаряженными химическим элементам таблицы Менделеева. Как же здесь быть? Напрашивается только один вывод – корпускулярно-волновой дуализм не является фундаментальным принципом в физике как микро- так и

макромира. Но с другой стороны выражения для энергии

$$E=h\nu=mc^2 \quad (1)$$

справедливы, например, для фотонов и электронов, что подтверждено многочисленными экспериментами.

Чем же отличается, например, протон или электрон от незаряженной молекулы водорода, которой нельзя приписать волновые свойства, когда она (молекула) находится в устойчивом (неизлучающем) состоянии? Очевидно одним – наличием или отсутствием электрического заряда. Причем отсутствие заряда предполагает устойчивость частицы, а его наличие означает её возбужденное состояние, которое, согласно предложенной автором этой работы резонаторной природе силовых взаимодействий [2], и приводит к обмену (излучение или поглощение) волновой энергии между частицами-резонаторами. В зависимости от соотношения частот между резонаторами они могут или притягиваться, или отталкиваться. При резонансе силовое взаимодействие отсутствует, система находится в устойчивом состоянии, т.е. и не поглощает, и не излучает волновую энергию, как это имеет место, например, для молекулы водорода.

Автор предложенной резонаторной природы силовых взаимодействий в своей модели опирался на то, что все материальные объекты микромира (резонансы, кварки, электроны, протоны, α -частицы и т.д.), а также макромира является резонаторами. Причем закрытый резонатор соответствует незаряженному, нейтральному объекту, находящемуся в устойчивом состоянии. Будем говорить, что такой объект неактивен. Для раскрытия резонатора нужно, чтобы он поглотил или излучил энергию. Для микрообъектов этот процесс (поглощения или излучения) носит название ионизации. Заметим, что для передачи волновой энергии при этом обязательным условием является наличие передающей среды (поля). При этом раскрытие резонатора может носить двоякий характер.

Первый способ относится к микрообъектам, когда резонатор поглощает или отдаёт часть своей энергии. Этот способ не нов. Еще в 1901 году М. Планк [3] исходил из представления об излучающих электрических резонаторах при рассмотрении им излучения абсолютно черного тела.

Второй способ относится к макрообъектам, таким, напри-

мер, как аэрозоли, находящиеся в волновом акустическом поле. Тщательное изучение второго способа взаимодействия между резонаторами относится еще к работам старых механиков таких, как Умов, Бьеркнесс, Жуковский, Кастерин, Лебедев, Карновский, Блохинцев и др. Используя результаты их работ, автор и предложил свою резонаторную модель силовых взаимодействий в микро- и макромире «КАШГУЛ».

Для примера, рассмотрим волновую энергию электрона или фотона считая эти микрообъекты как резонаторы. Причем возьмем модель резонатора по Д.Д. Томсону, согласно которой фотон (электрон) имеют форму бублика, который кроме поступательного движения имеет еще и вращательную составляющую, т.е.

$$E = \frac{mV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = mV^2 = I\omega^2 \quad (2)$$

В случае $V=c$

$$E=mc^2 \quad (3)$$

Другой вид записи для полной энергии этих микрообъектов из (2) в форме

$$E=I\omega^2=2\pi I\omega \nu=h\nu \quad (4)$$

Откуда, учитывая (3) и (4) приходим к выражению (1).

Следовательно, корпускулярно-волновой дуализм не носит характера фундаментальности, так как в устойчивых состояниях микро- и макрообъекты волновой энергией не обмениваются.

Литература

1. Блохинцев Д.И. Всегда ли существует дуализм волн и частиц? // УФН, т. XLIV, выпуск №1. – 1951.
2. Кумченко Я.А. Резонаторная природа силового взаимодействия между аэрозольными частицами. Формирование акустической потенциальной ямы. // Физика аэродисперсных систем. – Выпуск 39. – Одесса: Астропринт, 2002.
3. M. Plank, Drude's Ann/ 4.553 (1901).

РЕЛЯТИВИСТСКОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЮ ЧЁРНЫХ ДЫР

Ю.А. Курбатов

г. Кривой Рог, Криворожский государственный педагогический университет

Астрономия является одной из древнейших наук и, возможно, первой естественной наукой. В то же время сегодняшняя астрономия является бурно развивающейся наукой, базирующейся на новейших достижениях других естественных наук и, прежде всего, физики и математики. В программах педагогических вузов астрономия стоит в качестве завершающей философской и мировоззренческой дисциплины, ее изучение необходимо для качественного и полноценного естественнонаучного образования.

Традиционными объектами астрономических исследований с древних времён являются Солнце, планеты и их спутники, звёзды и звёздные скопления, и вся вселенная в целом. С прогрессом науки связано открытие новых объектов в космическом пространстве. Одним из них являются так называемые чёрные дыры.

Возможность существования в космическом пространстве таких объектов предвидел ещё в 18 веке известный французский математик и астроном П. Лаплас [1]. Его рассуждения базировались на законе всемирного тяготения и на существовании предельной скорости распространения сигналов – скорости света c . Согласно закону всемирного тяготения, для того, чтобы какое-либо тело смогло покинуть небесное тело массой M и радиусом R , ему необходимо сообщить скорость V , превышающую параболическую скорость V_n (или, как это принято, в школьном курсе физики, вторую космическую скорость):

$$V_n = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

где G – гравитационная постоянная.

Если радиус небесного тела будет равен: $R_g = \frac{2GM}{c^2}$, где c –

скорость света в вакууме, то параболическая скорость окажется равна скорости света. При ещё меньших радиусах V_n будет больше c . По этой причине любые объекты и даже свет (фотоны) не смогут покинуть такое небесное тело и, следовательно, дать информацию о процессах, происходящих на его поверхности.

Этот предельный радиус R_g , называется гравитационным радиусом тела, а сферу радиуса R_g , описанную вокруг центра массы M , называют сферой Шварцшильда [2]. Из области, заключенной внутри сферы Шварцшильда, не сможет выйти даже фотон.

С другой стороны, объекты находящиеся внутри этой сферы, благодаря своему сверхсильному гравитационному полю, могут захватывать вещество из окружающего пространства. Такие объекты являются как бы дырами, куда всё проваливается и откуда ничего не выходит. Поэтому в современной астрономии за ними укрепилось название «черные дыры».

В действительности чёрные дыры являются объектами, существование которых с неизбежностью следует из общей теории относительности. Теоретические оценки [2] показывают, что число чёрных дыр в нашей Галактике может достигать сотен миллионов. Однако обнаружить такой объект можно только в этом случае, когда он является компонентом двойной звезды.

В двойных звёздных системах происходит обмен массой между компонентами [1]. При этом, если один из компонентов – чёрная дыра, то из оболочки нормальной звезды плазма перетекает в направлении чёрной дыры. В поле тяжести последней плазма будет двигаться по спиральным траекториям и ускоряться. Температура её может увеличиться до сотен миллионов градусов. Такая плазма является источником мощного рентгеновского излучения, которое будет исходить из плазмы до тех пор, пока плазма не попадет во внутрь сферы Шварцшильда. Именно это аномально мощное рентгеновское излучение, идущее из локальных мест космоса, и является косвенным индикатором наличия чёрной дыры.

Первые такой источник рентгеновского излучения был обнаружен в середине прошлого века в созвездии Лебедя. По динамике движения двойных компонент была оценена масса чёрной дыры, она оказалась на порядок выше массы Солнца.

Чёрные дыры являются конечным продуктом эволюции тяжёлых звёзд, имеющих массу более трех масс Солнца. В космосе встречаются нормальные звёзды с массой до 80 масс Солнца. Они и являются потенциальными кандидатами в чёрные дыры. Для звезды с массой, равной массе Солнца, гравитационный радиус гипотетической чёрной дыры составит 3 км и средняя плотность её вещества около 10^{19} кг/м³, что существенно превышает плотность атомного ядра (10^{17} кг/м³). О свойствах вещества при таких плотностях пока что нельзя сказать ничего определенного. Однако, если в сферу Шварцшильда сжимается масса в десятки, а тем более, в сотни раз превышающая массу Солнца, то плотности здесь будут вполне “привычными” – околоядерными.

Всё это известные из литературы [1, 2] факты.

Здесь же я хочу обратить внимание на ещё одно свойство звёзд – вращение их вокруг собственной оси. Как известно, если сферическое тело вращается вокруг собственной оси, имея массу M , радиус R_0 и угловую скорость ω_0 , то оно обладает моментом импульса: $K = 0,4 M R_0^2 \omega_0$.

В процессе образования чёрной дыры происходит гравитационное сжатие плазмы звезды. Но в замкнутой системе, коей является звезда, момент импульса сохраняется, поэтому уменьшение радиуса звезды приводит к росту угловой скорости её вращения. Спрашивается, до каких пор будет происходить это сжатие. Ответ – не беспрельдно, а до тех пор, пока линейная скорость вращающегося сгустка плазмы на экваторе не приблизится к скорости света, т.е:

$$\omega_{np} R_{np} = c,$$

где ω_{np} и R_{np} – предельная угловая скорость и предельный радиус сжатого шарового сгустка плазмы.

Это условие и будет релятивистским механическим пределом сжатия плазмы, и $\omega_{np} = c/R_{np}$.

Тогда момент импульса будет: $K_{np} = 0,4 M_{np} c$.

Но $K_{np} = K$ в силу закона сохранения. Из этого следует вывод:

$$R_{np} = R_0^2 \omega_0 / c.$$

Следовательно, быстро вращающаяся звезда большого первоначального радиуса R_0 не сможет превратиться в чёрную дыру, т.к. её предельный радиус может оказаться больше гравитационного радиуса: $R_{np} > R_g$.

Из этого следует условие возникновения чёрной дыры:

$$R_0^2 \omega_0 < \frac{2MG}{c}.$$

Однако, этому довольно жёсткому условию есть два смягчающих обстоятельства.

Во-первых, в процессе эволюции массивная звезда проходит стадию так называемого красного сверхгиганта до того, как она превратится в чёрную дыру. У этого сверхгиганта оболочка способна унести до 0,9 первоначального момента импульса звезды [2]. Поэтому в последнем неравенстве левую часть нужно умножить на $k_1 < 1$.

Во-вторых, вращающаяся массивная звезда своим гравитационным полем тянет на себя плазму окружающих её звёзд. Это так называемое явление аккрекции [3]. Анализ показывает, что захватываются извне с большей вероятностью те сгустки плазмы, которые движутся навстречу вращению самой звезды, что также несколько уменьшает её момент количества движения [2].

Но для выполнения аккрекции необходимо соседство плотной плазмы. Если это случится, то левую часть неравенства умножим ещё на $k_2 < 1$ и окончательно получится условие возникновения чёрной дыры:

$$k_1 k_2 R_0^2 \omega_0 < \frac{2MG}{c}.$$

При невыполнении этого неравенства эволюция звезды, видимо, пойдёт по пути нейтрализации её вещества, и конечным продуктом такой эволюции станет сверхмассивная нейтронная звезда. Возможно, в будущем такие объекты во Вселенной будут обнаружены.

Литература

1. Дагаев М.М., Демин В.Г., Климишин И.А., Чагурин В.М. Астрономия. – М.: Просвещение, 1983.
2. Климишин И.А. Релятивистская астрономия – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983.
3. Физика космоса (Маленькая энциклопедия) // Под. ред. Р.А. Сюняева – М.: Советская энциклопедия, 1986.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

А.М. Кух¹, С.В. Шленчак²

¹ м. Київ, Національний педагогічний університет
імені М.П. Драгоманова

² м. Кам'янець-Подільський, Кам'янець-Подільське училище
культури
kukh@ukr.net

В умовах розбудови національної школи, посилення фахової спрямованості освіти, орієнтації на особистість учня (студента) важливим моментом модернізації навчального процесу з фізики є удосконалення навчального експерименту. В реалізації технологічного підходу система навчального фізичного експерименту є важливою ланкою формування світогляду учня (студента), його експериментальних умінь, розвитку пізнавальних здібностей. Реалізація системи навчального експерименту на основі їх проблемної постановки – один з можливих шляхів підвищення ефективності навчання фізики, який доведений теорією і практикою навчання (Коршак Є.В., Савченко В.Ф., Савченко В.І., Тищук М.І., та ін).

Разом з тим, сучасні державні стандарти освіти орієнтують навчання в старшій школі (10–12 класи) на певний профіль, що вимагає реалізації інтеграційних моментів у викладанні навчальних предметів загальноосвітньої школи. Такий інноваційних підхід достатньо обґрунтований у працях вітчизняних дидактів (Бугайов О.І., Гончаренко С.У., Мартинюк О.Г. та ін.) і має реальне втілення у концептуальних і навчально-методичних аспектах.

Проте: *чи може бути профільним (інтегральним) експеримент і відповідати філософсько-ідеологічним концепціям викладання різних предметів – питання недостатньо вивчене і реалізоване. З однієї сторони цю проблему необхідно розглядати з точки зору загальноосвітньої* (оволодіння знаннями з предметів, які інтегруються), з іншої – *дидактичної* (як реалізувати постановку експерименту який би відповідав вимогам інтегрованих предметів, якою має бути мета такого експерименту, як добрати матеріал для такого експерименту тощо).

Аналіз [1, 2] проблеми показує, що таку інтеграцію доцільно робити в ході постановки лабораторних робіт практикуму з фізики після вивчення матеріалу з інших предметів, які інтегруються. Тоді лабораторна робота носить узагальнюючий характер і наочно демонструє взаємозв'язок наук, що вивчається. Добір же матеріалу лабораторної роботи здійснюється на основі ґрунтовного аналізу структурних компонент змісту навчального матеріалу предметів, які інтегруються. Явища і процеси, яким в базових науках дається різне трактування, і є предметом дослідження такого роду інтегрованих лабораторних робіт. Основною ж метою будь-якої інтегрованої лабораторної роботи є формування наукової картини світу.

Розглянемо один з можливих варіантів постановки інтегрованого експерименту, який може бути реалізований у ході розгляду природничих предметів (фізики, хімії, біології) на прикладі лабораторної роботи “Періодичні процеси”), яка реалізована нами у спецкурсі “Практикум шкільного фізичного експерименту” для студентів 5 курсу спеціальності “Фізика” Кам’янець-Подільського державного університету та студентів 1-2 курсу Кам’янець-Подільського училища культури з інтегрованого курсу “Природознавство”. У ході лабораторної роботи інтегруються знання з тем: фізики – “Коливання і хвилі”, “Електричний струм у різних середовищах” (10 кл), з хімії – “Реакції окислення”, “Електрохімічна дисоціація”, “Періодичні реакції” (7-8 клас), з анатомії – “Центральна нервова система” (9 клас). Робота може бути подана у ході фізичного практикуму з фізики для 10 класу.

Тема: Періодичні процеси.

Мета: вивчити коливні фізичні явища, що виникають в процесі окислення заліза азотною кислотою (фізика); встановити механізм періодичної хімічної реакції (хімія); вивчити природу імпульсів у нервових клітинах (біологія).

Обладнання: джерело постійного струму (2,6 В, 0,5 А), вольтметр, амперметр, реостат, вимикач, залізний провідник діаметром 3 мм довжиною 20 см, концентрована (80%) азотна кислота HNO_3 , мірний циліндр або пробірка, ланцет, цинкова паличка, секундомір.

Теоретичні відомості.

У житті ми часто спостерігаємо періодичні процеси. Ритміч-

но б'ється серце, ритмічно ми дихаємо. Багато періодичних процесів відбувається у рослинах, живих клітинах тощо. Процеси, відбуваються так, що ніби в організмах є “біологічний годинник”. Дослідники вважають, що в основі періодичних біологічних процесів здебільшого лежать *хімічні реакції, які відбуваються в коливальному режимі, тобто коли спостерігаються коливання концентрацій вихідних компонентів реакції, або кінцевих продуктів, або проміжних речовин*. Їх ми будемо називати періодичними хімічними реакціями.

Таке пояснення дещо суперечить думці, що в розчинах, особливо в однорідних (гомогенних) ізольованих системах, хімічні періодичні реакції неможливі. Це випливало із другого закону термодинаміки, за яким ізольована система завжди прямує до рівноваги, а біля стану рівноваги всі зміни в системі мають бути монотонними. Ніяких коливань концентрацій у системах не повинно бути.

Проте виявлені на початку ХХ століття періодичні хімічні реакції спростовують аргументоване фізико-хімічне доведення. Наприклад, коливання виникають, якщо помістити краплю ртуті у розчин пероксиду водню. Крапля ртуті періодично стискається, або розширюється – пульсує подібно до живого серця, через це й дослід дістав назву “ртутне серце”. Пояснюється це досить просто: пероксид водню розкладаючись на поверхні ртуті, взаємодіє з нею утворюючи оксидну (пероксидну) плівку. Ця плівка вкриває поверхню краплі і змінює поверхневий натяг. Під дією пероксиду водню (або води) плівка розчиняється, і знов змінюється поверхневий натяг – крапелька то стискається, то розширяється.

Зауваження. *Через отруйність сполук ртуті проводити цей дослід не слід!*

Інший дослід – “залізні нерви”, також є періодичною реакцією, що відбувається на межі поділу фаз метал–розчин. Відомо, що залізо в концентрованій азотній кислоті не розчиняється, тому що воно “пасивується” – вкривається тонкою оксидною плівкою. Якщо помістити залізну дротину в концентровану азотну кислоту, то світла металева поверхня дроту вмить стане темною – утвориться оксидний шар, який запобігає подальшому розчиненню заліза. Якщо тепер доторкнутися до дроту цинковою паличкою або просто нанести на один з кінців подряпину, колір

дроту зміниться: поверхня чорного кольору стає світло-сірою. І виникає періодичний процес – дріт без дії із-зовні ніби стає то чорним, то білим, і не по всій довжині відразу, а ніби “хвилями”. З’являючись у будь-якому місці світла смужка “хвилею” “переміщується” по поверхні іноді багато разів.

Цю реакцію було відкрито у 20-х роках ХХ століття, а найбільш детально вивчив її американський фізіолог Ф. Ліллі. Він зробив цікавий висновок про те, що поширення імпульсу по залізному дроті нагадує поширення нервового імпульсу по нервовій клітині. Аналогія полягала не тільки в тому, що імпульс, який поширюється по залізній дротині, має електрохімічну природу і поширюються майже з тією ж швидкістю, що й нервовий імпульс по нервовій клітині, а й виявилось, що багато властивостей “залізного нерва” такі самі, як і в живого. Модель виявилась настільки вдалою, що у спеціалістів-фізіологів вона дістала назву – *квazineйрон Ліллі*.

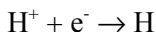
Утворення “хвилі” у “залізному нерві” можна пояснити так. Після взаємодії з азотною кислотою та утворення пасивної плівки залізо заряджається позитивно відносно розчину, а оксидна плівка – негативно. Виникає різниця потенціалів, що приблизно рівна 1 В (рис. 1).



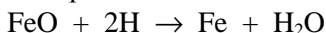
Рис. 1.

Пасивну плівку можна зруйнувати різними способами: механічним (зняти плівку ланцетом), контактом з більш активним металом (наприклад, цинком), електрохімічним способом (дія електричним струмом). Після руйнування пасивної плівки на поверхні дроту утворюється три зони. Зона I (стара пасивна плівка) і зона II (поверхня дроту, де було зруйновано плівку) утворюють короткозамкнений електрохімічний елемент залізо – плівка, у якому роль анода виконує залізо, а роль катода плівка. У цьому елементі відбуваються такі процеси.

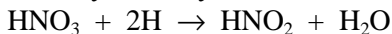
На катодній ділянці (зона I) розряджаються іони водню, які дифундують з розчину:



Утворюваний водень відновлює пасивну плівку:



і азотну кислоту:

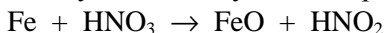


На цій ділянці відбувається виділення водню



Завдяки всім процесам, що відбуваються в зоні I, концентрація азотної кислоти в поверхневому шарі помітно зменшується, а концентрація азотистої кислоти збільшується, тому залізо не пасивується і утворюється зона II, яка складається з чистого заліза.

У зоні II полегшується доступ азотної кислоти, причому її концентрація збільшується в напрямі від зони I до зони III, і цим визначаються ті процеси, які відбуваються у зоні II. На ділянці, що прилягає до зони II, проходить самоприскорюваний процес розчинення заліза в азотній кислоті, який обривається на ділянці, що прилягає до зони III, де концентрація азотної кислоти помітно збільшується і відбувається процес пасивізації:



у результаті чого утворюється нова пасивна плівка.

Отже, хвиля активації поширюється від зони III до зони I, і її можна спостерігати за зміною кольору поверхні: пасивна плівка помітно темніша від активної зони, у якій утворюється чисте залізо.

Схема приладу

Схема приладу для дослідження “залізного нерва” включає в себе джерело постійного струму (2,6 В, 0,5 А) 1, вимикач 2, реостат 3, амперметр 4, вольтметр 5, з’єднувальні мідні проводи, залізний стержень 6 довжиною 20 см і товщиною 1–5 мм, мірний стакан з концентрованою азотною кислотою (рис. 2).

Порядок виконання роботи

1. Прикріпіть до залізного стержня мідний провідник.
2. Складіть схему згідно рис. 2.
3. Підготуйте препарат. Для цього у циліндр налейте концентрованої азотної кислоти (**Обережно!**). Повністю занурте в неї залізний стержень. Якщо він з чистого заліза, а кислота концентрована, то реакція взаємодії відбувається тільки в перший момент (кілька секунд), у результаті чого дріт покривається чор-

ним шаром оксиду. Відбувається “пасивація” заліза і реакція припиняється. У цьому випадку дослідження продовжується.

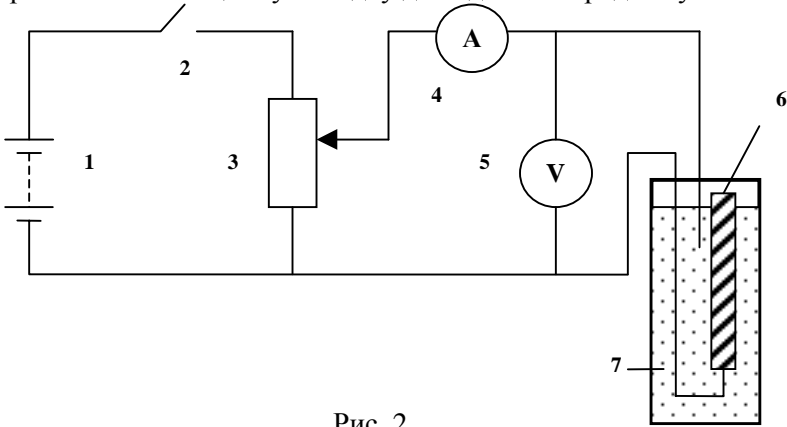


Рис. 2

4. Перевірте утворення хвилі у залізному стержні. Для цього доторкніться цинковою паличкою до кінця дроту. Спостерігається переміщення темних і світлих смуг до протилежного кінця стержня. (Аналогічна картина спостерігається, якщо на залізному стержні нанести подряпину ланцетом).

5. Встановіть реостат 3 у крайнє праве положення (максимальний опір).

6. Замкніть коло ключем 2.

7. За допомогою реостата поступово збільшуйте напругу на залізному електроді. При потенціалі близькому до 1 В з’являється хвиля активації (“нервовий імпульс”). При постійній напрузі коливання будуть періодично, багаторазово повторюватися. Зафіксуйте напругу U_0 появи імпульсу.

8. Виміряйте зміну напруги при проходженні хвилі через інтервал часу 1 с. Час фіксуйте секундоміром.

9. Дані занесіть у таблицю:

Час t , с	0	1	2	3	...
Напруга U , В					

10. Побудуйте графік залежності напруги U від часу t .

11. За графіком встановіть період T зміни коливань напруги. Обчисліть частоту ν .

12. Визначте швидкість поширення хвилі v . Для цього зафік-

суйте час t проходження хвилі по всій довжині залізного стержня L . Оскільки довжина стала величина, то $v=L/t$.

13. Обчисліть довжину хвилі із співвідношення $\lambda=v \cdot v$.

14. Встановіть реостатом напругу на залізному електроді. 1,5 В (2 В, 3 В).

15. Повторіть дії 8–13 і зробіть висновок, щодо залежності основних величин коливального процесу від напруги.

Для додаткових досліджень або забезпечення варіативності лабораторної роботи крім залізного стержня можна запропонувати інші об'єкти із заліза: кільце, зірка, стержень з ізолюваною ділянкою тощо. Також можна ввести елементи дослідження впливу хімічних домішок, обчислення роботи (потужності) електричного струму електролітичної дисоціації тощо.

Вважаємо, що лабораторні роботи інтегрального характеру підвищують ефективність навчання студентів у закладах освіти 1-2 рівнів акредитації і неодмінно мають знайти своє відображення у фаховій підготовці учителів фізики, що забезпечить всебічний розвиток особистості майбутнього учителя і формування його світогляду на основі об'єктивної наукової картини світу.

Література

1. Бударин Л.І., Свергуненко Г.В. Досліди з хімії в школі і дома. – К.: Рад. шк., 1982. – 56 с.
2. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. Пособие для учителей. Сб. статей / Под. ред. В.П. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980. – 208 с.

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ПРОГРАММНО-ЛАБОРАТОРНОМУ КОМПЛЕКСУ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

И.М. Лагунов

г. Симферополь, Таврический национальный университет
имени В.И. Вернадского
Lagunov@mail.strace.net

Актуальной задачей системы высшего образования является диагностика качества знаний студентов, которую невозможно осуществить без соответствующих средств. Согласно Закону Украины «Про вищу освіту», средства диагностики качества высшего образования определяются как «методики, які призначені для кількісного та якісного оцінювання досягнутого особою рівня сформованості знань, умінь і навичок» [1, разд. 3, ст. 13, п. 3].

В процессе разработки и внедрения новых инновационных педагогических технологий существует **проблема** научно-обоснованной диагностики знаний студентов. Поэтому **цель** данной статьи – обосновать разработанную систему комплексной диагностики знаний студентов по программно-лабораторному комплексу (ПЛК) курса общей физики [2].

При разработке системы диагностики знаний студентов по ПЛК курса общей физики в качестве базисной использовалась методика комплексной диагностики знаний студентов Национального педагогического университета имени М.П. Драгоманова [3]. Данная методика выбрана по следующим соображениям:

- рекомендуется для разработки и внедрения в учебный процесс методических комплексов по отдельным учебным дисциплинам;
- основана на модульно-рейтинговых технологиях изучения учебных дисциплин;
- опирается на объединение традиционных форм организации учебного процесса с рейтинговым показателем качества полученных знаний;
- направлена на повышение роли самостоятельной работы студентов в учебном процессе;

- направлена на повышение эффективности диагностики полученных знаний.

Дополнительно, при разработке системы диагностики знаний студентов по ПЛК, использовались практические рекомендации модульно-рейтинговой системы оценивания знаний студентов Национального университета «Львівська політехніка» [4], для которой характерно:

- большой стаж практического применения (испытана в учебном процессе высшего учебного заведения Украины с 1993 г.);
- эффективность, доказанная длительным педагогическим экспериментом;
- наличие рекомендаций для итогового дифференцированного зачета;
- тщательный анализ рейтинговой компоненты в системе;
- наличие функциональных зависимостей для определения различных рейтинговых оценок работы студента;
- наличие рекомендаций по поощрениям студентов после определения их рейтинговых оценок.

В учебном процессе Таврического национального университета по программно-лабораторному комплексу (физический практикум, состоящий из компьютерного и лабораторного модулей) раздела «Механика» курса общей физики предусмотрен семестровый зачет. Для получения данного зачета необходимо осуществить контроль знаний студентов с помощью соответствующей системы диагностики знаний. Методически целесообразно, чтобы такая система состояла из двух компонент – текущего и итогового контроля знаний. Также важно, чтобы система контролировала и оценивала не только полученные знания, умения и навыки, но и систематичность работы студента в компьютерном классе и в физической лаборатории, его активность и творческий подход к выполнению работ ПЛК. В результате получается система комплексной диагностики знаний студента по программно-лабораторному комплексу курса общей физики.

Текущий контроль. Задания текущего контроля – систематическая проверка:

- знаний студентов по изучаемому материалу;
- выполнения компьютерных и лабораторных модулей

работ ПЛК.

Объектами текущего контроля компьютерного модуля ПЛК являются:

- выполнение вводных этапов компьютерного модуля ПЛК;
- выполнение заданий компьютерного тренинга;
- выполнение дополнительных заданий по работе с компьютерной моделью лабораторной установки;
- выполнение компьютерных тестов;
- систематичность, активность и качество выполнения студентами компьютерного модуля ПЛК;
- соблюдение правил техники безопасности при работе в дисплейном классе.

Объектами текущего контроля лабораторного модуля ПЛК являются:

- выполнение поставленных заданий на экспериментальных установках в физической лаборатории;
- систематичность, активность и качество выполнения студентами лабораторного модуля ПЛК;
- соблюдение правил техники безопасности при работе в физической лаборатории.

Согласно предложенной в [3] методике, оценка всех заданий текущего контроля определяется в диапазоне 0...100 баллов, причем рекомендуется их следующее распределение:

- за выполнение модульных заданий – не более 60 баллов;
- за дополнительные требования к учебной работе студента (систематичность, активность и т.д.) – не более 40 баллов.

Для программно-лабораторного комплекса по курсу общей физики выбрано 60 и 40 баллов соответственно вышеперечисленным пунктам.

Первая компонента текущей оценки, определяет правильность выполнения заданий компьютерного и лабораторного модулей ПЛК, она распределяется по баллам следующим образом:

- 25 баллов за выполнение заданий компьютерных модулей ПЛК;
- 35 баллов за выполнение заданий лабораторных модулей ПЛК.

При невыполнении отдельного модуля студенту по нему выставляется 0 баллов.

Критерии выставления баллов для первой компоненты текущей оценки знаний студента по ПЛК курса общей физики:

- по компьютерному модулю – за правильное выполнение 75% всех заданий;
- по лабораторному модулю – за правильное выполнение 90% всех заданий.

Более жесткие требования к выполнению лабораторного модуля объясняются тем, что ПЛК исторически базируется на лабораторном практикуме и его главная цель – формирование научного мировоззрения студента.

При невыполнении отдельных работ ПЛК или модулей работ, студент имеет право (с разрешения преподавателя) отработать задолженность в установленное время, но до подведения итогового контроля знаний.

Вторая компонента текущей оценки определяет систематичность, активность и качество учебной работы студентов при выполнении программно-лабораторного комплекса и распределяется по баллам следующим образом:

- 12 баллов за систематичность в работе на протяжении семестра;
- 12 баллов за активность в работе;
- 10 баллов за качественную работу на протяжении семестра;
- 6 баллов за выполнение требований техники безопасности.

При невыполнении отдельного пункта студенту по нему выставляется 0 баллов.

Критерии выставления баллов для второй компоненты текущей оценки:

- за систематичность в работе – выставляется за посещение студентом 85% занятий согласно рабочему плану (например, если ПЛК состоит из 12 работ, то за плановое посещение 10 работ). Данные баллы студент получает только в том случае, если оставшиеся 15% занятий он отработал в дополнительное время, установленное преподавателем;

- за активность в работе – выставляется за вдумчивый и новаторский подход к выполнению ПЛК, выражается в написании реферата (или учебно-исследовательской работы студента УИРС) с предложениями по возможным вариантам улучшения или изменения заданий компьютерного и лабораторного модулей ПЛК, модернизации интерфейса программы, введения новых этапов, изменения функциональности компьютерной модели, модернизации физической лабораторной установки;
- за качественную работу на протяжении семестра – выставляется за выполнение студентом 85% работ ПЛК с количеством полученных баллов более или равно 75 (аналог оценок «хорошо» и «отлично»). Данные работы должны быть выполнены в срок;
- за выполнение требований техники безопасности – выставляется при полном отсутствии замечаний к работе студента со стороны преподавателя, а также специалистов компьютерного класса и физической лаборатории.

Итоговый контроль. Задание итогового контроля знаний – окончательная проверка глубины знаний, полученных студентом, а также логики и взаимосвязей между различными темами.

В первом приближении итоговую оценку (в баллах) можно получить из суммы двух компонент текущей оценки знаний студента. Однако, при таком варианте студент не получает возможности на повышение своей итоговой оценки (что рекомендуется в [3]), а значит и рейтинга. В [3] предлагается вариант, когда при итоговом контроле (например, контрольная работа, собеседование) выставляется оценка в диапазоне 0...100 баллов (как и текущая). Затем в качестве итоговой оценки выставляется максимальная. Такой вариант для ПЛК по курсу общей физики не применим, так как теоретические знания не могут заменить получение навыков и умений при работе с компьютерной моделью и в лабораторных условиях. Поэтому можно только рекомендовать проведение итогового контроля, при успешном выполнении которого студенту добавляется 10 баллов. Такое количество баллов позволит среднему по успеваемости студенту повысить свою

итоговую оценку, а неуспевающему студенту даст шанс войти в диапазон оценки «удовлетворительно», но не более. Итоговый контроль может проводиться в форме собеседования студента с преподавателем или контрольной работы по вопросам ПЛК.

Результаты итогового контроля заносятся в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку следующим образом (табл. 1).

Таблица 1.

Документ	Форма итогового контроля	
	Зачет	Дифференцированный зачет
Зачетно-экзаменационная ведомость	зачет/незачет; количество баллов (по 100-бальной шкале)	оценка (по 4-х балльной шкале); количество баллов (по 100-бальной шкале)
Зачетная книжка	зачет/незачет	оценка (по 4-х балльной шкале)

Запись количества баллов, полученных студентом, в зачетно-экзаменационную ведомость необходима для дальнейшего определения его рейтинга (в учебной группе, на курсе). Такой рейтинг может проводиться отдельно по программно-лабораторному комплексу конкретного раздела курса общей физики, с размещением его результатов в учебной физической лаборатории. При использовании модульно-рейтинговой оценки знаний студентов по другим формам изучения курса общей физики и по другим дисциплинам, полученные данные потребуются далее для:

- определения рейтинга студента по изучению конкретной дисциплины (раздела курса общей физики);
- определения семестровой рейтинговой оценки, согласно соответствующей формуле [3, с. 94];
- определения рейтинговой оценки студента, согласно формуле [3, с. 95].

Для определения рейтинга студента по изучению конкретной дисциплины O_D (в данном случае – раздела курса общей фи-

зики), в состав которой входит ПЛК, можно рекомендовать следующую формулу

$$O_D = \frac{\sum_{i=1}^N O_i t_i}{\sum_{i=1}^N t_i},$$

где O_i – семестровая оценка по i -той форме проведения учебных занятий по данной дисциплине (лекция, практические занятия, ПЛК и др.); t_i – объем i -той формы проведения учебных занятий (выраженный в кредитах); N – число форм учебных занятий по дисциплине. Структура данной формулы аналогична структуре формулы определения семестровой рейтинговой оценки, рекомендуемой в [3], но в ней применены другие переменные (оценки работы студента).

В классическом университете физический практикум по разделу курса общей физики проводится в течении одного семестра. В случае, если рабочим планом вуза для этого предусмотрено несколько семестров с промежуточным контролем в форме зачетов за отдельные части практикума, то итоговый балл получается как среднее арифметическое из набранных промежуточных итоговых баллов. Зачет выставляется при получении студентом более 60-ти баллов.

При дифференцированном зачете по ПЛК необходимо осуществить перевод итоговой оценки из 100-бальной шкалы в 4-х бальную. В научно-методической литературе для такого перевода предлагаются различные варианты, например, согласно [3, с. 93]: 0..49 – «неудовлетворительно»; 50..70 – «удовлетворительно»; 71..87 – «хорошо»; 88..100 – «отлично». Согласно [4, с. 50], перевод шкал рекомендуется проводить следующим образом: 0..59 – «неудовлетворительно»; 60..70 – «удовлетворительно»; 71..85 – «хорошо»; 86...100 – «отлично». Для ПЛК была выбрана система перевода, предложенная в [2, с. 7]:

- меньше 60 – «неудовлетворительно»;
- 60..74 – «удовлетворительно»;
- 75..89 – «хорошо»;
- 90...100 – «отлично».

Такая система повышает рейтинг оценки «отлично».

В заключении необходимо отметить, что описанная система

комплексной диагностики регламентирует порядок оценивания знаний студентов по программно-лабораторному комплексу курса общей физики и рекомендуется для применения на I-III курсах физического факультета классического университета (дневной формы обучения). Данная система позволяет:

- осуществлять оценку знаний по темам работ ПЛК, методике выполнения лабораторных работ, структуре и функциональности экспериментальной физической установки;
- увеличить объективность оценивания знаний студентов за счет расширения диапазона оценки (применение 100-бальной шкалы);
- увеличить открытость оценки знаний, за счет ее четкой регламентации (декларируемой в начале занятий) для всех этапов выполнения ПЛК и индивидуальной работы студента;
- увеличить мотивацию студентов к систематичности получения знаний в течении учебного периода;
- увеличить творческую компоненту в активности студентов при выполнении работ ПЛК (за счет соответствующего вклада в оценку);
- увеличить заинтересованность студентов в качестве выполнения каждой работы ПЛК;
- усилить роль самостоятельной работы студента;
- увеличить заинтересованность студентов в соблюдении правил техники безопасности при работе в физической лаборатории;
- осуществить переход при текущем контроле от традиционной формы оценивания знаний (с недостаточным числом градаций в шкале) к оцениванию знаний по модульно-рейтинговым технологиям обучения;
- осуществить переход, при итоговой оценке знаний студентов, от 100-бальной системы к традиционной (для форм итоговой отчетности: зачет, дифференцированный зачет).

В следующих научно-методических работах по разрабатываемой системе диагностики знаний студентов для ПЛК курса общей физики необходимо конкретизировать отдельные пункты текущего контроля и дополнительно проанализировать возможные варианты итогового контроля. Также важно провести анализ и научное обоснование системы диагностики не только на мате-

риалах українських учених, но и на материалах научно-методических работников других стран.

Литература

1. Закон України «Про вищу освіту» (станом на 01.04.2002 р.). – Харків: Інформаційно-правовий центр «КСИЛОН», 2002. – 60 с.
2. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М., Самойленко П.И., Сергеев А.В. Применение инновационных технологий при подготовке к лабораторным работам // Специалист. – 2001. – №12. – С. 22-25.
3. Вернидуб Р. Система комплексної діагностики знань студентів. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2002. – 16 с.
4. Рудавський Ю., Костробій П., Павлиш В., Янгурський К. Модульно-рейтингова система оцінювання знань студентів // Стратегічні напрями розвитку вищої освіти в Україні: Матер. Міжнар. наук. конф. – Київ, 2003. – С. 91–97.
5. Дорофєєв В.М., Петрушов С.М., Шевцов Л.В. Використання кваліметрії студента для управління навчальним процесом // Стратегічні напрями розвитку вищої освіти в Україні: Матер. Міжнар. наук. конф. – Київ, 2003. – С. 44–53.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНИНГОВЫХ ТЕХНИК В ПРОГРАММНО-ЛАБОРАТОРНОМ КОМПЛЕКСЕ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

И.М. Лагунов^{1а}, Т.П. Гордиенко^{2б}

¹ г. Симферополь, Таврический национальный университет
имени В.И. Вернадского

² г. Киев, Национальный педагогический университет
имени М.П. Драгоманова

^а Lagunov@mail.strace.net

^б Gordienko@mail.strace.net

Качество процесса обучения прямо пропорционально правильности подбора применяемых в нем педагогических техник. Согласно [1], «техника педагогическая – совокупность приемов и средств, направленных на четкую и эффективную организацию учебных занятий». Подмножеством педагогических техник являются тренинговые техники, которые «характеризуют общие способы и особенности обучающего воздействия» при тренинге [2]. Однако, в научно-методической литературе по методике преподавания физики тренинговым техникам уделяется недостаточно внимания, поэтому существует проблема их научно-обоснованного применения в учебном процессе.

Понятие тренинга, возможность его применения в курсе общей физики и элементы организации уже обсуждались в научно-методической литературе [3]. Цель данной статьи – рассмотреть и проанализировать тренинговые техники, применяемые при проведении занятий «программно-лабораторного комплекса» (ПЛК) по курсу общей физики [4], методы их осуществления и оценки эффективности.

Отметим, что в целом тренинг возможен для различных форм обучения (практикумы, учебные игры и т.д.), но его организация и эффективность в них также различна. Например, в [5] рассматривается тренинг при подготовке к лабораторным работам по курсу общей физики. При планировании и организации в учебном процессе высшего учебного заведения элементов тренинга необходимо:

- выполнить анализ потребностей в тренинге;

- определить тренинговые техники для его осуществления;
 - подобрать методы проведения тренинга;
 - организовать тренинг;
 - осуществить тренинг;
 - оценить эффективность тренинговой программы.
- Согласно [3], выделяются четыре типа тренинговых техник:
- информационная;
 - симуляционная (имитационная);
 - упражнения по практическому выполнению работы;
 - групподинамические упражнения.

Отметим, что существует определенная сложность в терминологии, которая обусловлена историческими причинами и недостаточными связями между различными разделами педагогики. Например, в методике преподавания физики понятие «информационная техника» чаще применяется в разделе технических средств обучения ТСО. Однако, далее по статье данное понятие будет относиться к тренинговым техникам.

Из опыта следует, что выделить один конкретный тип применяемой в процессе обучения тренинговой техники не всегда удается, поэтому используется их комбинация. Рассмотрим вышеперечисленные техники подробнее.

Информационные тренинговые техники применяются в компьютерной части ПЛК с целью передачи обучаемому необходимых сведений:

- по дополнительным вопросам из теории изучаемой темы, необходимым далее для выполнения работы;
- по экспериментальной установке;
- по методике выполнения лабораторной работы;
- по компьютерной модели;
- по методике выполнения компьютерной части работы.

Данные сведения могут передаваться обучаемому различными методами. В ПЛК используется следующие:

- видеоинформация по вышеперечисленным разделам;
- методическая информация в электронном виде (в различных электронных форматах);
- контекстные подсказки.

Вышеперечисленные методы позволяют сообщить обучаемому определенную информацию, однако, они ограничивают его

активность и характеризуются слабыми обратными связями. Поэтому их можно рекомендовать к применению в начале занятия и непродолжительное время. Также должна быть предусмотрена возможность повторного обращения обучаемого к данной информации в процессе занятия.

Назначение симуляционных тренинговых техник заключается в имитации:

- учебного места (с экспериментальной установкой);
- учебной ситуации;
- проблем, возникающих при выполнении работы.

Для применения данной техники в программно-лабораторном комплексе по курсу общей физики используются различные методы имитации установки и взаимодействия с ней:

- компьютерная модель экспериментальной установки имитирует учебное место в физической лаборатории (фотоизображение физической установки в целом и трехмерные динамические объекты ее подвижных частей);
- учебную ситуацию имитирует взаимодействие обучаемого с данной компьютерной моделью (непосредственное управление компьютерной моделью с помощью выделенных активных участков с определенным смысловым назначением, например, области кнопок на фотоизображении приборной панели экспериментальной установки);
- проблемы, возникающие при выполнении лабораторной работы в программной части ПЛК специально не имитируются, однако предусмотрена голосовая подсказка при неправильной последовательности манипулирования с ручками управления на приборной панели компьютерной модели экспериментальной установки, что позволяет студенту справиться с проблемой, а значит произошла имитация проблемной ситуации возможной при выполнении работы в физической лаборатории.

В режиме имитации выполняются также задания тренингового этапа компьютерной части ПЛК.

От научной обоснованности и правильности выполнения тренинговых симуляционных техник зависит качество полученных студентом умений и навыков, необходимых далее для выполнения лабораторной части ПЛК. Симуляционная тренинговая техника в ПЛК по курсу общей физики позволяет:

- представить отдельные этапы работы в режиме имитации;
- овладеть методикой выполнения выборочных частей работы ПЛК и в целом;
- сделать более понятными функциональное назначение отдельных частей экспериментальной установки и ее работу в целом;
- повысить эффективность учебного процесса за счет принципа обратной связи (визуализация в режиме реального времени изучаемых физических явлений и процессов);
- развивать практические навыки за счет возможности многократного повторения действий;
- отработать оптимальные манипуляции по взаимодействию с физическими приборами экспериментальной установки;
- экспериментировать по методу проб и ошибок;
- синхронизировать темп подачи учебного материала с темпом его восприятия обучаемым;
- получить умения и навыки по работе с экспериментальной установкой лабораторной части ПЛК.

При применении симуляционных тренинговых техник в ПЛК возникают определенные трудности, которые связаны с:

- точностью имитации изучаемого физического явления или процесса компьютерной моделью;
- переносимостью полученных при выполнении компьютерной части ПЛК умений и навыков в реальную обстановку (физическую лабораторию);
- наличием квалифицированных специалистов для помощи обучаемому (особенно на первых занятиях);
- наличием специализированных учебных помещений и необходимых программно-технических средств.

Вклад информационной и симуляционной тренинговых техник для ПЛК по курсу общей физики является основным.

В программно-лабораторном комплексе нет планового вклада упражнений по практическому выполнению работы (и соответствующей тренинговой техники). Это связано с тем, что с точки зрения оптимизации учебного процесса и техники безопасности, нецелесообразно проводить тренинговые занятия на экспериментальных установках в физической лаборатории. Однако, при повторном выполнении лабораторной части ПЛК (при незачете), предыдущее занятие можно рассматривать как неза-

планированное тренинговое занятие. Поэтому в отдельных случаях, вклад упражнений по практическому выполнению работы существует.

В ПЛК не ставится цель по отработке группового взаимодействия при выполнении работ, так как в идеальном варианте обе его части (компьютерная и лабораторная) должны выполняться индивидуально. На практике, если компьютерная часть ПЛК чаще выполняется индивидуально (одно компьютерное место на одного обучаемого), то существующая традиционная методика выполнения лабораторной части ПЛК (по учебным подгруппам, как правило, по два студента на одну лабораторную установку) этого не позволяет. Причина невозможности индивидуального выполнения лабораторных работ – в уникальности физических установок. Отметим, что работа подгруппы из нескольких студентов на одной экспериментальной установке не предусматривает манипуляцию ею одновременно несколькими обучаемыми. В то время, как один из студентов манипулирует установкой, другой записывает данные, но одновременно все они наблюдают за изучаемым физическим явлением или процессом. Отсутствие одновременной манипуляции экспериментальной установкой со стороны нескольких студентов позволяет отказаться от отработки группового взаимодействия, так как роль большинства из них – пассивная. Для получения статистики экспериментальных данных требуется не менее трех повторяющихся измерений, поэтому студенты имеют возможность поменяться ролями несколько раз, а значит манипулировать установкой индивидуально. Таким образом, работу подгруппы из нескольких студентов на одной экспериментальной установке, также можно считать индивидуальной (в первом приближении).

Следующим важным этапом тренинговой программы является оценка эффективности ее техник и методов, что заключается в сопоставлении определенных параметров состояния обучаемых до и после тренинга. Критерии такой оценки тренинга подразделяются на два типа: внутренние, внешние.

К внутренним критериям можно отнести:

- оценку обучаемым полезности для него тренинга;
- реальное изменение успеваемости конкретного обучаемого после выполнения тренингового этапа.

Внешние критерии оценки тренинга характеризуют его влияние на учебный процесс, к ним относятся:

- изменение учебной ситуации во время занятий;
- влияние результатов тренинга на эффективность учебного процесса по данной дисциплине.

Также существует временное деление оценки эффективности тренинговых программ на послетренинговые и долгосрочные [6], что позволяет точнее определить эффективность тренинговой программы.

Для работ ПЛК послетренинговая оценка эффективности может проводиться сразу после выполнения его лабораторной части во время получения зачета по отдельной теме. Данная оценка может быть выражена:

- количественно в баллах (после проведении статистических расчетов);
- качественно, базируясь на субъективном мнении преподавателя, осуществляющего длительное наблюдение за учебным процессом.

Долгосрочная оценка эффективности этапов тренинга ПЛК проводится через некоторый значительный (например, семестр, полгода, год и более) промежуток времени и затруднена многими обстоятельствами (например, изменением состава студентов учебной группы за истекший период и др.). Такая оценка также может быть проведена:

- количественно, с помощью тестирования знаний обучаемых (по темам работ ПЛК);
- качественно, из наблюдений за действиями студентов во время их педагогической практики в учебных заведениях, применяющих (возможно в адаптированной форме) в своем учебном процессе работы программно-лабораторного комплекса по курсу общей физики.

Заключение. Из вышеизложенного следует, что основными тренинговыми техниками для программно-лабораторного комплекса по курсу общей физики можно считать информационную и симуляционную техники, однако в учебном процессе наблюдаются элементы и других педагогических техник.

В дальнейших работах по данному направлению целесообразно рассмотреть другие виды педагогических техник при вы-

полнении работ программно-лабораторного комплекса по курсу общей физики.

Литература

1. Современный словарь по педагогике /Сост. Рапацевич Е.С. – Мн.: «Современное слово», 2001. – 928 с.
2. Пугачев В.П. Тесты, деловые игры, тренинги в управлении персоналом: Учебник для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 285 с.
3. Лагунов И.М., Гордиенко Т.П. Тренинг по курсу общей физики и его организация / Вісник УДУВГП: розділ “Педагогіка”. “Сучасні технології навчання: проблеми та перспективи”. Збірник наукових праць, ч. 2. – Рівне: УДУВГП, 2003, Випуск 5(24). – С. 196–202.
4. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М. Программно-лабораторный комплекс как инновационная педагогическая технология // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 79–83.
5. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М., Сергеев А.В. Компьютерный тренинг по работам лабораторного практикума курса общей физики // Инновационный потенциал Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2002. – С. 127–129.
6. Rosler F. Personalauslese, Training und Personalentwicklung in der Organisation // Angewandte Psychologie: ein Lehrbuch. – Weinheim, 1992. – S. 85.

МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

И.М. Лагунов^{1α}, А.В. Сергеев^{2β}

¹ г. Симферополь, Таврический национальный университет
имени В.И. Вернадского

² г. Запорожье, Запорожский государственный университет

^α Lagunov@mail.strace.net

^β Sergeev-A-V@mail.ru

«Освіта – основа розвитку особистості, суспільства, нації та держави, запорука майбутнього України» [1]. В настоящий момент в Украине происходят изменения в системе высшего образования с целью «переходу від індустріального до інформаційно-технологічного суспільства» [2], что невозможно без модернизации учебного процесса. Такая модернизация сопровождается многочисленными нормативными документами Верховной Рады Украины, Кабинета Министров Украины, Министерства образования и науки Украины, высших учебных заведений и других организаций, относящихся к системе образования Украины.

Опыт работы показывает, что для преподавателей высших учебных заведений существует проблема в том, чтобы уже сейчас разобраться в имеющихся нормативных документах с целью корректировки своей педагогической деятельности, согласно современным требованиям. Поэтому цель данной статьи – показать пример, как, проанализировав материалы нормативных документов, сделать выводы, необходимые для модернизации преподаваемой учебной дисциплины. В своей статье мы рассматриваем вариант модернизации физического практикума по курсу общей физики (раздел «Механика»).

Согласно Закону Украины «Про вищу освіту» № 2984-III от 17.01.2002 [3], государственная политика в области высшего образования направлена на «інтеграцію системи вищої освіти України у світову систему вищої освіти при збереженні і розвитку досягнень та традицій української вищої школи» [3, ст. 3, п. 2].

Указ Президента Украины «Про Національну доктрину роз-

виту освіти» № 347/2002 от 17 апреля 2002 года требует [1, п. 1]: усилить учебно-материальную базу, осуществить компьютеризацию учебных заведений, внедрять информационные технологии. Также данный указ определяет приоритетные направления государственной политики, направленные на развитие системы образования в Украине:

- обновление содержания образования и форм организации учебного процесса [1, п. 2];
- создание индустрии современных способов обучения;
- полное обеспечение современными способами обучения учебных заведений;
- интеграция отечественного образования в европейский и мировой образовательные пространства;
- личностная ориентация образования;
- обеспечение высокого качества высшего образования путем внедрения в учебный процесс гибких образовательных программ и информационных технологий обучения [1, п. 16].

Согласно Закону Украины «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» от 16.01.2003 № 433-IV [4], среднесрочным приоритетным направлением (на срок до 2007 г.) является «сучасні комп'ютерні технології для навчання і наукових процесів» [4, ст. 8, п. 8], который входит в состав стратегического (на срок до 2013 г.) приоритетного направления «розвиток інноваційної культури суспільства» [4, ст. 7].

Таким образом, на основании имеющихся документов, мы обоснованно делаем вывод о том, что внедрение информационных технологий (в частности, компьютерных) в учебный процесс физического факультета университета – актуальная задача. Также необходимо стремиться к такой модернизации учебной дисциплины, чтобы она далее была конкурентоспособной на мировом рынке образования и при международном сотрудничестве.

Согласно Решению коллегии Министерства образования и науки Украины «Про проведення педагогічного експерименту щодо запровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації» №5/5-4 от 24.04.2003 года [5], одним из условий вхождения Украины в единое Европейское и Мировое образовательное пространство является внедрение в систему высшего

образования Европейской кредитно-трансферной и аккумулирующей системы (ECTS). Данная система является ключевым требованием Болонской декларации 1999 года. Также в данном решении подчеркивается, что для системы образования в Украине незамедлительными являются: внедрение элементов ECTS в учебный процесс; смена педагогических методик; внедрение активных методов обучения; разработка и внедрение новых принципов организации учебного процесса.

Таким образом, нами делается обоснованный вывод о важности модернизации учебной дисциплины по требованиям ECTS [6]. Например, для физического факультета Таврического национального университета данное требование будет особенно актуальным с 2005 года, но уже сейчас необходимо осуществлять определенные действия. Согласно постановлению Ученого совета Таврического национального университета имени В.И. Вернадского «О проведении педагогического эксперимента по организации кредитно-модульной системы учебного процесса» от 05.11.2003 года такой педагогический эксперимент должен быть осуществлен с 1 сентября 2004 года по специальностям: биология, история, политология. Подведение итогов по проведению эксперимента планируется на 15.06.2005 года с выработкой рекомендаций другим факультетам университета.

Анализ научно-методической литературы показывает, что информационные технологии обучения разнообразны. Дидактика применения данных технологий в учебном процессе вузов – актуальная задача системы образования. Также важной современной проблемой является совместное использование компьютерных и традиционных технологий обучения и разработка на базе этого инновационных педагогических технологий. Компьютерные технологии являются основной частью информационных технологий. На современном этапе развития учебного процесса на физическом факультете, компьютерные технологии используются как самостоятельно (например, компьютерное моделирование в физике), так и совместно с традиционными формами обучения (например, применение компьютерной техники на лекционных занятиях).

Из опыта работы следует, что физический практикум по курсу общей физики целесообразно разбить на две компоненты:

компьютерную (компьютерный практикум); лабораторную (лабораторный практикум) [7]. Для совместного использования данных практикумов программы компьютерного практикума модернизируются под тематику лабораторных работ, а сами лабораторные работы модернизируются под компьютерные модели. Таким образом, получается «программно-лабораторный комплекс» (ПЛК). Главная роль компьютерной части ПЛК – получение знаний, формирование умений и навыков по теме соответствующей лабораторной части ПЛК с помощью компьютерной модели. Главная роль лабораторной части ПЛК – формирование научного мировоззрения студентов, что возможно осуществить, только изучая физические явления и процессы не в виртуальных, а в природных и лабораторных условиях. Общие дидактические теории и концепции, лежащие в основе ПЛК, уже рассматривались в научно-методической литературе [8].

Программно-лабораторный комплекс по курсу общей физики является развитием последовательного внедрения компьютерных технологий в физический практикум. Он продолжает исторически обусловленный ряд инновационной педагогической деятельности: использование электронно-вычислительных машин на лабораторных работах физического практикума; работа в «виртуальной физической лаборатории», применение технологии «компьютерный практикум» по курсу общей физики.

Программно-лабораторный комплекс по курсу общей физики, как инновационная педагогическая технология, разрабатывается в Украине научно-педагогическими работниками Таврического национального университета имени В.И. Вернадского (В.Н. Бержанский, И.М. Лагунов), Национального педагогического университета имени М.П. Драгоманова (Т.П. Гордиенко, В.Д. Сиротюк), Запорожского государственного университета (А.В. Сергеев, О.И. Иваницкий). В Российской Федерации данное направление компьютеризации физического практикума по курсу общей физики разрабатывается академиком П.И. Самойленко (МГА, г. Москва).

Приведем вариант возможной модернизации программно-лабораторного комплекса согласно требованиям ECTS. Для технологии ПЛК возможна концепция декомпозиции учебных дисциплин. В таком случае, две части ПЛК целесообразно внедрить

в учебный процесс физического факультета как учебные модули. Модернизированный ПЛК соответствует большинству других элементов ECTS. Рассмотрим их подробнее.

Введение кредитной системы формирования программ обучения. В целом, ПЛК состоит из определенного числа работ, например, для физического факультета университета оптимальным является восемь-двенадцать работ для одного раздела курса общей физики. Отдельная работа ПЛК состоит из этапов компьютерной части (оптимально три – пять этапов) и заданий лабораторной части (до пяти заданий). Таким образом, сложную структуру ПЛК возможно и целесообразно описывать в кредитах. В кредитах необходимо выразить ПЛК в целом, его конкретные работы, их модули, отдельные этапы и задания.

Модульная организация. Обе части ПЛК по курсу общей физики формируются как модули физического практикума.

Оценивание знаний студентов по 100-бальной системе. Оценивание изучения студентами этапов и заданий ПЛК по традиционной системе (четырёхбальной или зачет) очень неудобно, так как число их значительно. Наоборот, 100-бальная система оценки знаний ECTS для ПЛК очень рациональна, практична и целесообразна.

Усиление роли самостоятельной работы студентов. В данном пункте целесообразно рассмотреть несколько вариантов организации ПЛК и их актуальность.

Первый вариант относится к работе студентов в аудиторное время. Согласно определению лабораторных работ – это один из видов самостоятельной работы студентов [9]. Работа студентов в дисплейном классе за персональным компьютером также носит самостоятельный характер, хотя и осуществляется под руководством преподавателя. Таким образом, проведение занятий ПЛК по обоим модулям в аудиторное время в большей степени является самостоятельной работой студентов, что отвечает требованиям ECTS.

Второй вариант организации ПЛК направлен на уменьшение использования аудиторного времени. Данный вариант отвечает также современным требованиям к системе образования в Украине, в которых подчеркивается, что на современном этапе развития образования необходимо осуществить меры по уменьше-

нию аудиторной учебной нагрузки, переложив определенную часть учебного материала на самостоятельную работу студентов [10]. При такой организации ПЛК, его компьютерный модуль необходимо вынести на самостоятельную проработку, что позволит студенту самостоятельно подготовиться к дальнейшему проведению лабораторной работы. Лабораторный модуль ПЛК необходимо оставить в аудиторное время, так как он принципиально должен выполняться на экспериментальных установках в физической лаборатории факультета. Компьютерный модуль студент может выполнить самостоятельно в дисплейном классе в отведенное для этого время (возможно в домашних условиях). Такой вариант организации ПЛК позволит сократить аудиторное время, отведенное на проведение физического практикума, вдвое.

Третий вариант организации ПЛК относится к дистанционной форме обучения. В системе дистанционного образования традиционная форма организации физического практикума, когда его подготовка и проведение выполняется в физической лаборатории не может быть использована. Однако, при его организации по технологии ПЛК компьютерный модуль может быть вынесен для дистанционного обучения. Работа студента дистанционно с компьютерным модулем ПЛК позволит ему получить знания, касающиеся: теории конкретной работы, составу экспериментальной установки; функционированию отдельных частей установки и приборов.

Таким образом, модернизированный программно-лабораторный комплекс отвечает требованиям ECTS и Министерства образования и науки Украины, касающихся усиления роли самостоятельной работы студентов в учебном процессе высшего учебного заведения.

Применение новых педагогических методик и современных информационных технологий обучения. Компьютерный модуль ПЛК базируется на использовании персонального компьютера с современными техническими параметрами. Например, осуществить компьютерное моделирование физического явления или процесса возможно только в современных визуальных средствах программирования с использованием 3D-графики на мультимедийных компьютерах с высокой скоростью работы всех его уз-

лов и при большом объеме всех видов памяти. Согласно вышеперечисленным литературным источникам, педагогическая технология ПЛК разрабатывается только последние несколько лет. Таким образом, можно сделать вывод, что ПЛК отвечает требованиям ECTS, относящимся к применению в учебном процессе высшей школы новых педагогических методик и современных информационных технологий обучения.

Сотрудничество университетов разных стран, подписавших Болонскую декларацию. Согласно принципам Болонской декларации, необходимо искать пути для совместной работы между университетами стран, которые ее подписали. Польша и Россия уже подписали Болонскую декларацию, Украина готовится к этому. Найти новые пути в педагогическом сотрудничестве между странами нужно, но достаточно тяжело. Такой процесс займет много лет. В настоящий момент можно пойти другим путем и организовывать сотрудничество на базе совместных работ предыдущих лет. Разберем это на примере.

Программно-лабораторный комплекс Таврического национального университета по разделу «Механика» курса общей физики основан на экспериментальных физических установках производства «ELWRO» (Польша). Также аналогичные экспериментальные установки производились предприятием «Союз-ВУЗПрибор» (Россия). В сравнении с другими экспериментальными установками для лабораторных работ по курсу общей физики, данные установки достаточно распространены в высших учебных заведениях Украины, Польши, России, Белоруси и других странах. Эти экспериментальные установки хорошо знакомы преподавателям и методистам многих стран. Актуальность данных установок в учебном процессе вузов за прошедшее время практически не изменилась. Такую ситуацию можно объяснить тем, что установки были разработаны на базе цифровой электроники, а смысловую методическую нагрузку в них несет механико-оптическая часть. В ближайшее время не стоит ожидать быстрого распространения подобных однотипных физических приборов в разных странах, хотя стремиться к этому нужно. Более того, разработка подобных лабораторных физических установок на базе современной микроконтроллерной техники практически не окажет влияния на методику выполнения лабораторной работы и

качества учебного процесса. Таким образом, уже сейчас есть реальная возможность совместной работы различных учебных заведений на базе подобных унифицированных экспериментальных установок по технологии программно-лабораторного комплекса.

Заключение. Модернизация физического практикума на базе программно-лабораторного комплекса отвечает «Концепції наукової, науково-технічної та інноваційної політики в системі вищої освіти України» [11], в которой отмечается необходимость осуществления «сукупності заходів, методів і засобів організації, щодо інноваційної діяльності в системі вищої освіти з метою розвитку України як незалежної, високотехнологічної країни». Такая модернизация базируется на основных принципах данной Концепции [11, п. 1], таких как «спрямованість на задоволення потреб навчального процесу», «інтеграція наукових та інноваційних форм діяльності, що виходять з потреб навчального процесу». Также она отвечает заданиям Концепции [11, п. 2], так как направлена на «забезпечення проведення у ВНЗ досліджень, створення наукових розробок та нових технологій навчання, а також спрямованість дослідження на його безпосереднє використання у навчальному процесі» [11, п. 4].

В дальнейшем необходимо провести модернизацию физических практикумов и для других разделов курса общей физики: «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и ядерная физика».

Литература

1. Указ Президента України “Про Національну доктрину розвитку освіти” № 347/2002 від 17 квітня 2002 року.
2. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Державної програми “Вчитель” № 379 від 28 березня 2002 року.
3. Закон України “Про вищу освіту” (станом на 01.04.2002 р.). – Харків: Інформаційно-правовий центр “КСИЛОН”, 2002. – 60 с.
4. Закон України “Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні” від 16.01.2003 № 433-IV // Відомості Верховної Ради. – 2003. – № 13.

5. Рішення Колегії Міністерства освіти і науки України “Про проведення педагогічного експерименту щодо запровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації” від 24 квітня 2003 року № 5/5-4. // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. – № 11, червень. – 2003.
6. Журавський В.С., Згуровський М.З. Болонський процес: головні принципи входження в Європейський простір вищої освіти. – К.: ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2003. – 200 с.
7. Лагунов І., Гордієнко Т., Сиротюк В. Порівняльна характеристика лабораторного і комп’ютерного практикумів // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 15. – Херсон: Айлант, 2000. С. 198 – 203.
8. Лагунов І.М. Програмно-лабораторний комплекс. Базові дидактичні теорії і концепції / Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: педагогічні науки: Збірник. У 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2002. – №13. – Т 2. – С. 197-200.
9. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – Київ: Либідь, 1997. – 376 с.
10. Семиволос П. Василій Кремень: «Не вижу альтернативи переменам». – Зеркало недели. – №16. – 2002. – С.13.
11. Концепція наукової, науково-технічної та інноваційної політики в системі вищої освіти України. // Науково-технічний потенціал України та перспективи його розвитку. – К.: Міністерство освіти і науки України, 2001. – С. 5-29.

НАВЧАННЯ КУЛЬТУРИ НАУКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЯК СКЛАДОВА НЕПЕРЕРВНОЇ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ У ВНЗ

Р.М. Лучицький
м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу
ifp@nung.edu.ua

Вимірювати те, що вимірюване,
робити виміряним те, що ще не виміряне.
Галілео Галілей

В Україні ціла низка вищих технічних освітніх закладів отримали статус університетів. Однак суттєвих змін в організації та проведенні навчального процесу, як правило, не відбулось. Одним із нововведень, що відповідає новому статусу, повинна бути неперервна, на вищому рівні фундаментальна підготовка майбутніх спеціалістів, що є характерним для університетів. Проте реальним є скорочення обсягів фундаментальної підготовки з фізики, а отже удосконалювати, поглиблювати і робити її неперервною потрібно, в основному, за рахунок внутрішніх резервів. Деякі ВНЗ вводять елективні курси. Перспективним, на нашу думку, є читання спецкурсів на 3-4 курсах для відповідних спеціальностей, а також для магістрів, що зробить фундаментальну підготовку глибшою, професійно орієнтованою, і, головне, неперервною, а значить і більш ефективною.

Однак розпочинати неперервну фундаментальну підготовку, на мою думку, потрібно уже з першого курсу, з першого семестру. І починати потрібно з культури навчально-наукового експерименту, без чого уявити сучасного інженера просто неможливо.

Адже закони фізики розкриваються за допомогою досліду, її означення наповнюються змістом за допомогою вимірювань. Чітке розуміння цього експериментального характеру фізичних законів має дуже велике значення, одночасно воно вказує і на межі застосування встановлених фізичних законів і теорій, які на них ґрунтуються.

Завдяки експерименту можна визначити кількісні характери-

стики окремих елементів явища чи процесу у вигляді величин, які вимірюються з певною точністю.

Встановлення числових співвідношень між ними – це і є формулювання фізичних законів в кількісній (математичній) формі. Але як навчити студентів робити це коректно? Хто, де і коли мав би це робити? Спеціалізований курс “Основи наукового експерименту (Філософія і методика виміру)” повинен би розглядати такі проблеми:

- способи визначення абсолютних похибок прямих вимірів;
- способи визначення відносних похибок шуканих параметрів та характеристик;
- формалізацію запису експериментальних результатів, узгодження значущих цифр із точністю експерименту;
- фізичне моделювання і відповідність отриманих результатів моделям;
- використання інформаційних технологій для опрацювання експериментальних результатів, встановлення форми залежності між фізичними величинами, графічне подання результатів вимірів та визначення параметрів й характеристик досліджуваних речовин чи явищ.

Наш досвід роботи з студентами дозволив виявити низку некоректних ходів, незрозуміння ними певних моментів і, що, найгірше, неправильного застосування певних прийомів, методів оцінки похибок при обробці експериментальних результатів, які вони приносять у ВНЗ із школи. Їх можна звести до таких трьох проблем:

- 1) шаблонне, несвідоме застосування статистичного методу знаходження середнього значення і середнього відхилення до абсолютно усіх результатів як вимірювання, так і визначення значення будь-якої фізичної величини;
- 2) практично повне незрозуміння, невміння визначати абсолютні похибки фізичних величин в процесі їх прямого виміру;
- 3) невміння записувати результати прямих вимірів і кінцеве значення шуканої величини з відповідною кількістю значущих цифр.

Така низька культура оформлення результатів експериментальних досліджень є результатом, по-перше, неглибокого, поверхового проникнення в саму суть явища чи процесу, які дослі-

джуються, а, по-друге, надмірного захоплення “математичним татуванням”, – таким характерним для псевдонауки.

Щоб справитися з цими проблемами, треба глибше вникнути у фізичну суть самого процесу виміру, тобто співставлення “чогось” з “чимось”. Оте “щось” визначає філософський аспект виміру, а оте “чимось” і саме співставлення – методичний.

В путь явлений глазами ума загляни:

Лишь для них проницаема жизни кора.

Насір Хосров

Філософський аспект виміру спричинений двома особливостями. Перша стосується принципів світобудови, а друга – наших (земної людини) співвідносин із об’єктами, проявами цього всесвіту.

Перша особливість: Сучасна фізика – це квантово-польова фізика, вона дає відповіді про першопричини багатьох явищ та процесів на польовому рівні. Адже мікрочастинки, поведінка яких визначає хід процесів та явищ, є польовими утвореннями. Тобто вони не мають “кінця”, відповідно не мають ні “кінця” ні “початку” будь-які предмети, об’єкти всесвіту, розміри яких ми вимірюємо. А якщо ще пригадати принцип невизначеності Гейзенберга... І може аж тоді стане зрозумілою фраза давньогрецького мудреця Зенона, що “вірити можна тільки розуму”. Схоже, він мав рацію, заперечуючи можливість абсолютного пізнання світу за допомогою наших чуттів.

Друга особливість: Практично ніколи ми не можемо виміряти те, що нам треба виміряти. Тому ми міряємо те, що можемо виміряти, і стараємось, щоб те, що ми міряємо, якнайточніше, якнайближче відповідало тому, що нам треба виміряти. А степінь отої відповідності треба навчитись (привикнути) оцінювати.

Тому, приступаючи до вимірювання значення будь-якої фізичної величини, необхідно пам’ятати, що:

– експериментатор має справу з реальними конкретними речами, предметами, а не з моделями, а наш понятійний апарат базується на теоретичних засадах, тобто зорієнтований на моделі, а не на реалії;

– перед проведенням вимірів необхідно усвідомити суть то-

го, що беремося виміряти; для правильного аналізу і виміру значення будь-якої фізичної величини треба підходити **функціонально**, – тобто вяснити, чим є дана річ чи величина, яку функцію вона виконує.

Для одержання експериментального значення будь-якої величини необхідно придумати спосіб, метод її визначення; підібрати відповідне обладнання та інструмент, які б забезпечили максимально більшу точність її визначення. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати цілу низку взаємопов'язаних етапів.

Перший з них – це *прямі виміри* тих величин, за допомогою яких будемо в подальшому визначати значення шуканої величини. Це – найважливіший і найвідповідальніший етап, який визначає ефективність, точність і доцільність всієї подальшої роботи, тобто наступних етапів, які, по суті, є обробкою отриманих результатів прямих вимірів. Особливу увагу слід звертати при цьому на точність вимірювання значень різних величин.

Абсолютна похибка прямих вимірів має, як мінімум, три джерела. Тому для її оцінки, визначення потрібно провести копітку роботи. *Перше*, на що слід звернути увагу, – це аналіз об'єкту вимірювання. Тобто треба чітко усвідомити, побачити, – *що ми міряємо?* Причому аналіз об'єкту повинен бути *функціональний*. Тобто треба зрозуміти, яку функцію об'єкт виконує, і тільки тоді стане зрозуміло: що ж саме ми міряємо.

Наприклад, для визначення довжини хвилі падаючого на дифракційну решітку світла потрібно виміряти відстань від лампочки до решітки. Тобто об'єктом виміру є ця відстань. Але ж це не проста відстань між якимись “точками”. Лампочка є джерелом світла, яке взаємодіє з дифракційною решіткою. Це означає, що нас цікавить шлях світла, яке “народжується” атомами спіралі. А спіраль (нитка розжарення) для кожного джерела світла має свою форму, просторову орієнтацію, протяжність. Тобто шлях світлового потоку починається не з деякої точки, а із певної полоси невизначеності, яка в даному випадку визначається конфігурацією спіралі лампочки. Половину ширини цієї полоси невизначеності $\Delta l_{1/2}$ треба врахувати в тій частині абсолютної похибки, яка визначається об'єктом, – Δl_o . Так само слід поступити і при аналізі завершення шляху променів, – їх взаємодія із дифра-

кційною решіткою також має деяку просторову протяжність Δl_2 . Тобто, кінцево отримуємо: $\Delta l_o = \frac{1}{2}(\Delta l_1 + \Delta l_2)$.

Друге джерело – це інструмент, з яким співвідноситься об'єкт. Δl_i – частина абсолютної похибки прямого виміру, спричинена точністю інструмента, який використовується.

Третє джерело – це сам спосіб, метод виміру. Наявність доступу до об'єкта, паралельність орієнтації інструмента та певних осей об'єкта, впливи різних полів і т.і. – все це може вплинути на точність виміру і вплив цих факторів треба навчитись контролювати через Δl_c – частину абсолютної похибки, спричинену способом вимірювання.

Тобто результуюче значення абсолютної похибки регулярно включає в себе згадані складові: $\Delta l = \Delta l_o + \Delta l_i + \Delta l_c$. Вони можуть бути різними. В кожному конкретному випадку може домінувати то одна, то друга, то третя.

Вищенаведені особливості є причиною того, що приходиться розрізняти істинне та дійсне значення фізичної величини.

Істинне значення фізичної величини – це таке значення величини, яке б ідеальним чином відобразило б в якісному та кількісному відношеннях відповідну властивість об'єкта.

Дійсне значення фізичної величини – це таке значення величини, яке знаходять експериментально. Воно настільки наближається до істинного, наскільки це дозволяють умови експерименту, вимірювальна техніка, технічна культура самого експериментатора, нарешті. Для даної цілі воно може бути використаним замість істинного значення.

Виміром якраз і називають знаходження дійсного значення даної фізичної величини дослідним шляхом із використанням спеціальних технічних засобів – інструментів та установок.

Дійсне значення записується за допомогою певної кількості значущих цифр. Воно ніколи не є точкою на відповідній осі, а завжди є інтервалом, всередині якого і знаходиться істинне значення даної фізичної величини.

Ширина цього інтервалу оберненою залежністю пов'язана із кількістю значущих цифр. Тобто чим точніше ми визначаємо або вимірюємо дійсне значення деякої фізичної величини, чим вужчим є інтервал невизначеності (подвоєна абсолютна похибка), тим більша кількість значущих цифр використовується для його

написання.

Фізика, як і інші науки, при розгляді певного явища чи процесу користується методом дослідження “від простого до складного”. Першим кроком при застосуванні цього методу є позбавлення об’єкта неосновних властивостей, крім тієї, яка є визначальною для даного явища. Такий абстрактний модельний об’єкт веде себе при певних умовах так, як велика кількість подібних до нього реальних об’єктів при тих же умовах. В цьому і полягає суть методу, оскільки поведінка абстрагованої моделі дозволяє в першому наближенні говорити про таку ж поведінку великої кількості реальних об’єктів. Накладання на такі абстракції певних умов-зв’язків створює своєрідну абстраговану фізичну систему – модель.

Дещо глибшого і своєрідного застосування набули абстракції та моделі в фізиці внаслідок широкого використання комп’ютерів. Весь спектр використання комп’ютерів у фізиці можна поділити на такі сфери: 1) числовий аналіз; 2) символічні (аналітичні) перетворення; 3) моделювання; 4) управління в реальному часі.

Однією із причин того, що *числове моделювання* стає важливим у фізиці на сьогоднішній день, є те, що більшість аналітичних засобів, які використовуються, таких, наприклад, як диференціальне числення, використовуються перш за все для дослідження *лінійних задач*. Але ж більшість природних процесів є *нелінійними*, і тільки комп’ютерна техніка є новим ефективним інструментом для їх дослідження.

Друга причина – потреба працювати з системами з багатьма ступенями вільності або з багатьма змінними.

Розвиток комп’ютерної технології приводить сьогодні до нового погляду на фізичні системи. Спроби сформулювати задачу на комп’ютері уже привели до нових формулювань фізичних законів і усвідомлення того, що наскільки практично, настільки і природно виражати фізичні закони у вигляді правил для комп’ютера, а не на традиційній мові диференціальних рівнянь.

ЭЛЕКТРОННОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Е.А. Люхтан, В.Н. Горбач, С.П. Гоков
г. Харьков, Харьковский национальный университет
им. В.Н. Каразина

В настоящее время, когда компьютеры вошли в нашу жизнь повсеместно, весьма остро встаёт вопрос о внедрении современных информационных технологий в образовательный процесс. При этом разработчики соответствующих программных продуктов должны учитывать целый ряд факторов – комфортность программной среды для всех категорий потенциальных пользователей, логичность и внешнюю привлекательность интерфейса программы, информационную насыщенность предлагаемого теоретического и иллюстративного материала. С нашей точки зрения – идеальный вариант – это единый предметный (в последствии, возможно, и мультипредметный) образовательный комплекс, состоящий из независимо разрабатываемых модулей, объединённых посредством интерфейсной оболочки, дающей контролируемый доступ к различным функциональным возможностям программы.

В процессе изучения курса общей физики студенту необходимо освоить определённый объём теоретического материала (курс лекций), и закрепить его посредством решения задач и выполнения лабораторных работ [1]. Таким образом, в соответствующем программном продукте можно сразу выделить три модуля, которые должны разрабатываться с учётом информационных потребностей студента, возникающих на каждом из этапов освоения курса. Кроме того, отдельной задачей является создание и накопление различного рода мультимедийных материалов, которые могут быть сведены в базу данных и затребованы по мере необходимости из любого фрагмента электронного курса.

На текущий момент в центре внимания коллектива разработчиков находится электронное методическое пособие к выполнению лабораторных работ. Лабораторные работы являются традиционным компонентом курса общей физики. В процессе их

выполнения студенты знакомятся с физическим явлением, усваивают терминологию, учатся применять изучаемый математический аппарат и правильно оформлять результаты исследований. Однако, весьма распространена ситуация, когда лабораторные работы опережают лекционный курс. В подобной ситуации особенно важно обеспечить студенту комфортную информационную среду, компенсирующую отставание лекционного курса и позволяющую в минимальное время с минимальной затратой усилий подготовиться к выполнению лабораторной работы – получить представление об изучаемом явлении, разобраться с устройством лабораторной установки и, в конечном итоге, выполнить необходимые измерения и расчёты.

Электронная методичка, разработанная на кафедре общей физики ХНУ имеет следующую структуру:

- главная страница
- рабочие формулы
- блок обработки экспериментальных данных
- виртуальная установка
- теория

Переход к нужному разделу осуществляется при помощи соответствующей кнопки на панели инструментов либо пункта меню.

- ***Главная страница***

Содержит изображение и описание установки. При наведении курсора мыши на название одного из элементов установки, соответствующий элемент рисунка подсвечивается (рис. 1).

Включает список ключевых слов и фраз. При нажатии на соответствующую ссылку в специальном окне даётся краткая информация (рис. 2).

- ***Рабочие формулы.***

Представляет собой экран, содержащий три вкладки (TabCtrl).

Первая (рис. 3) содержит непосредственно формулы и описание входящих в них физ. величин, каждая из которых снабжена иконкой, поясняющей источник получения значения данной величины. Рабочие формулы представляют собой кнопки (Button), позволяющие отобразить либо скрыть вывод данной формулы.



Рис. 1.



Рис. 2.

Вторая и третья вкладки содержат информацию о параметрах установки и о величинах, измеряемых студентом в ходе выполнения данной лабораторной работы. Изображение лабораторной установки иллюстрирует технику измерения соответствующих величин. Наведя курсор на обозначение какой-либо величины, можно подсветить соответствующий ей фрагмент рисунка, тем самым акцентируя на нём внимание.



Рис. 3.

- **Блок обработки экспериментальных данных.**

Содержит набор форм-бланков (немодальных диалоговых окон), последовательно отображаемых и скрываемых, согласно сценарию ввода данных и вывода результатов вычислений (рис. 4).

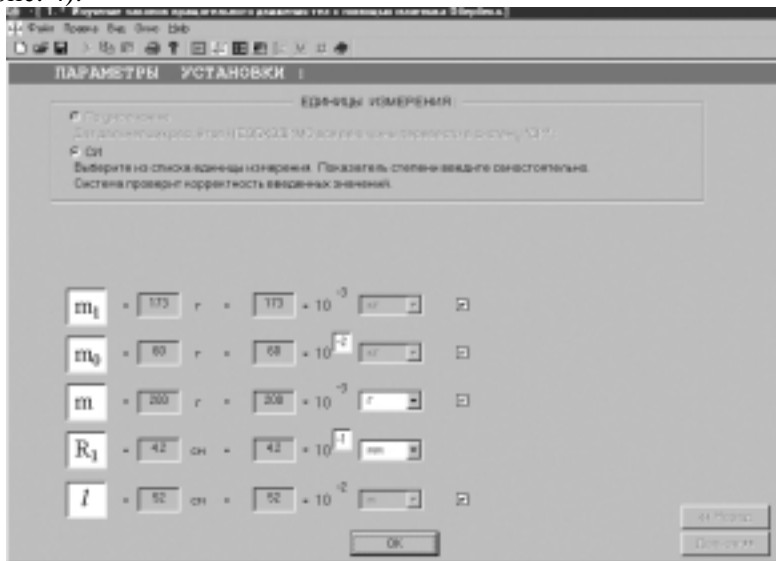


Рис. 4.

Итогом данного процесса является вывод на экран сгенерированного программой лабораторного отчёта (рис. 5), который в последствии может быть распечатан.

Судья Иван Петрович, ф.212

Выполнен: 8 января 2004

Обработан: 7 января 2004

Лабораторная работа № 1.

Изучение законов вращательного движения тел с помощью маятника Обербека.

параметры установки:

масса падающего груза ... $m_1 = 173 \text{ г} = 1.73 \cdot 10^{-1} \text{ кг}$
 масса стержня $m_0 = 60 \text{ г} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$
 масса груза на стержне $m = 200 \text{ г} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ кг}$
 радиус шкива $R_1 = 4.2 \text{ см} = 4.2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 длина стержня $l = 52 \text{ см} = 5.2 \cdot 10^{-1} \text{ м}$

результаты измерений:

высота падения груза $h = 42 \text{ см} = 4.2 \cdot 10^{-1} \text{ м}$

№	$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$t_{\text{ср}}, \text{ с}$	$I_{\text{теор}}, \text{ кг м}^2$	$I_{\text{эксп}}, \text{ кг м}^2$
1	$7 \cdot 10^{-2}$	1.687	1.803	$1.128 \cdot 10^{-2}$	$6.624 \cdot 10^{-3}$
		1.874			
		1.849			
2	$1.2 \cdot 10^{-1}$	2.675	2.455	$2.117 \cdot 10^{-2}$	$1.422 \cdot 10^{-2}$
		2.234			
3	$2.5 \cdot 10^{-1}$	3.234	3.405	$4.102 \cdot 10^{-2}$	$5.27 \cdot 10^{-2}$
		3.563			
		3.417			

Рис. 5.

• **Виртуальная лабораторная установка.**

Представляет собой математическую модель лабораторной установки. Реализована с использованием технологии OpenGL.

Управление виртуальной установкой максимально приближено к реальной, что позволяет использовать её в качестве тренажёра перед выполнением лабораторной работы, что особенно полезно для студентов заочной формы обучения.

Виртуальная установка позволяет поставить существенно больший диапазон задач за счёт вариации параметров, константных для реальной установки, кроме того, позволяет в ряде случаев провести вычисления по уточнённым, скорректированным формулам, и, тем самым, оценить погрешность, имеющую место за счёт пренебрежения теми или иными факторами.

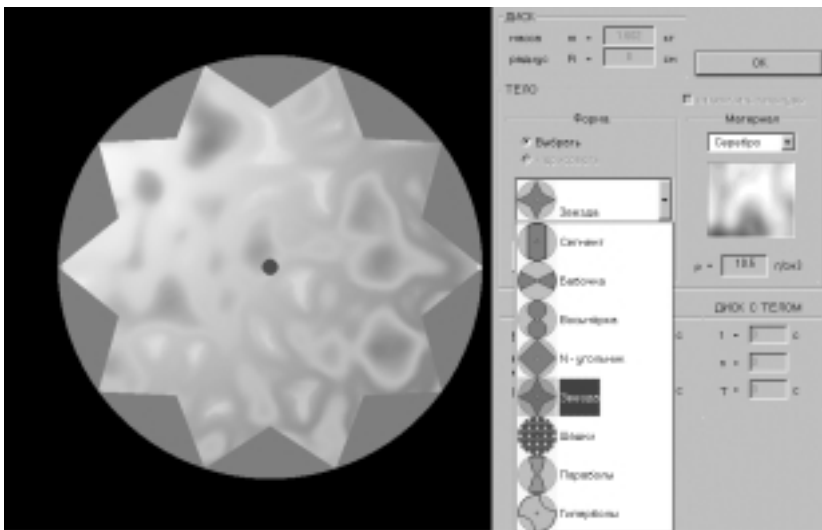


Рис. 6. Виртуальная установка «Измерение момента инерции тела неправильной формы». Диск-платформа и тело в форме звезды.

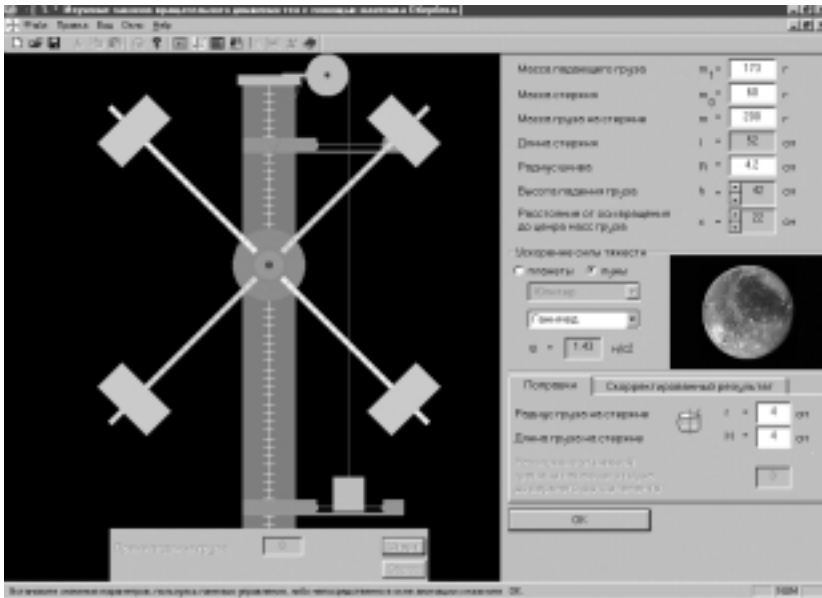


Рис. 7. Виртуальная установка «Маятник Обербека».

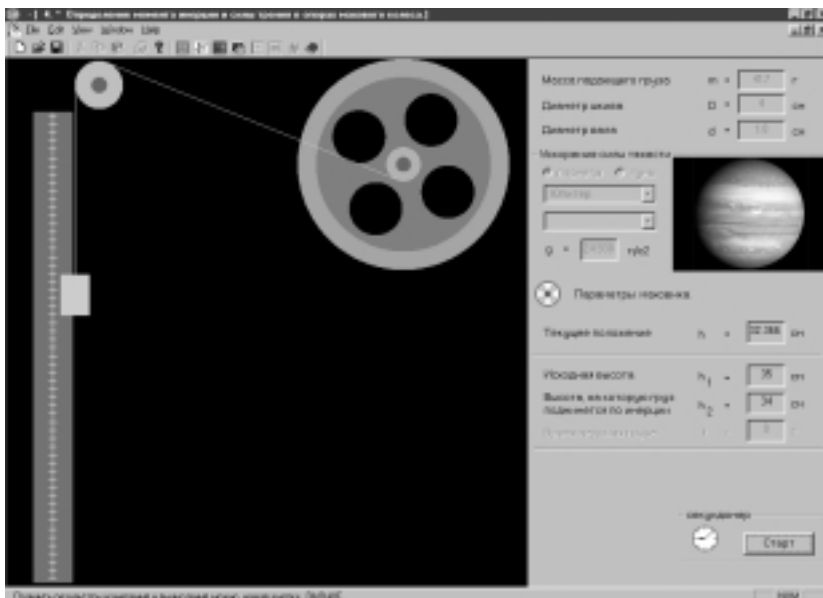


Рис. 8. Виртуальная установка «Маховое колесо».

- ***Теоретическое введение***

Представляет собой фрагмент программы, содержащий теоретический материал, общий для лабораторных работ данного цикла. Реализован в формате web-страницы, что позволяет разрабатывать его независимо от основного исполняемого модуля.

Методическое пособие представляет собой автономное приложение, имеющее MDI-интерфейс, позволяющий одновременно работать с несколькими экземплярами различных лабораторных работ. Поскольку программа содержит существенное количество текстовой информации, были разработаны два модуля, рассчитанных на экранное разрешение 800x600 и 1024x768 соответственно. Выбор нужного модуля производится автоматически. Версии могут иметь незначительные отличия.

В заключение хотим заметить, что электронные средства учебного назначения разрабатываются не как самоцель, но, как и большинство прикладных компьютерных программ, призваны обеспечить комфортные, снижающие трудозатраты среду и инструментарий профессиональной деятельности, в нашем случае – учебного процесса.

Литература

1. Г.Ю. Груднев. Розробка мультимедійного інтерактивного полілінгвістичного курсу фізики у інтегрованому середовищі програмування Visual Basic 6/ Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2001. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 104.

АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КУРСУ “ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН ТА ДЕТАЛІ МАШИН”

С.І. Маліновська

м. Кривий Ріг, Криворізький технічний університет

Серед основних загально-інженерних дисциплін, які вивчаються студентами напряму “Гірництво”, особливе місце займає курс “Теорія механізмів і машин та деталі машин” (“ТММ та ДМ”). При вивченні цієї дисципліни студент стикається з питаннями кінематики і динаміки механізмів, тертя в кінематичних парах, руху механізмів під дією заданих сил. Розглядаються питання надійності роботи механізмів, різні види і розрахунки з’єднань, передач та інших елементів деталей машин.

Важливою характеристикою освіти сьогодення стає систематична, оперативна і дострокова професійна орієнтація, яка покликана націлювати студента на професійне майбутнє.

Орієнтація на професійну діяльність передбачає профілювання загальноосвітніх дисциплін, використання різних видів учбової роботи (лекцій, практичних та лабораторних занять, домашніх розрахунково-графічних завдань, курсового проектування) для зміцнення зв’язку з виробництвом та наукою. Разом з цим така орієнтація дозволяє одночасно формувати високу культуру випускників вищої школи.

Найбільш перспективним шляхом удосконалення підготовки спеціалістів є упровадження активних засобів навчання при одночасному максимальному наближенню учбового процесу до виробництва.

Підвищення якості читання курсу “ТММ та ДМ” для напряму “Гірництво” шляхом спеціалізації викладання вузлових проблем дістає практичне підтвердження на кафедрі “Теоретична та прикладна механіка” Криворізького технічного університету.

Під час читання лекції постійно наводяться приклади вузлів, машин та агрегатів гірничодобувного обладнання, які зв’язані з темою лекції, що розглядається. Практичні та лабораторні заняття з “ТММ та ДМ” проводяться в спеціалізованих аудиторіях

кафедри, де розташовані планшети та стенди з розділів курсу, натурні зразки з'єднань, передач, осей, валів, підшипників, інших деталей та вузлів машин. Студенти на практичних заняттях розраховують задачі, виконують лабораторні роботи, максимально наближені до виробничих питань: виконання домашніх завдань відповідає виробничому циклу.

Так, студенти спеціальності “Підземна розробка корисних копалин”, “Відкриті гірничі роботи”, “Охорона праці в гірничому виробництві” виконують розрахунок та проектування гвинтової колонки чи гвинтового пресу, різних типів передач тощо. Студенти спеціальності “Збагачення корисних копалин” виконують кінематичний та кінетостатичний аналіз механізмів, розрахунок приводного механізму дробильно-збагачувального обладнання по даних, отриманих із підприємства, де працює таке обладнання.

Профілювання курсу “ТММ та ДМ” дає значні можливості для формування вмінь і навичок практичного застосування теоретичних знань.

Сучасні методи навчання передбачають керування процесом засвоєння матеріалу, що вивчається, а також активізацію самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів. Розв'язання обох цих завдань можливе лише за умови систематичного контролю самостійної роботи студентів, адже для керування процесом засвоєння знань потрібен зворотній зв'язок між викладачем і студентами, а інтенсифікація самостійної роботи студентів вимагає масового контролю їхньої діяльності. Все це спонукало до пошуку ефективних методів контролю результатів навчального процесу.

На кафедрі “Теоретична та прикладна механіка” Криворізького технічного університету застосовуються такі методи контролю: контроль остаточних знань з попередніх дисциплін (вхідний контроль); проведення індивідуального опитування студентів, контрольних робіт та колоквиумів.

При захисту домашніх завдань студенти розповідають викладачу про умови роботи даного механізму, машинобудівні матеріали та особливості розрахунку заданих деталей та вузлів машин.

Використання різних методів контролю дає можливість

об'єктивно оцінювати знання студентів, виявляти і глибоко аналізувати пропуски у знаннях студентів і, в разі потреби, давати індивідуальні або групові консультації з цих питань.

Різні методи контролю сприяють міцному та свідомому засвоєнню знань, формують у студента критичне ставлення до особистих досягнень, стимулюють його зацікавленість у регулярній і повсякденній роботі над дисципліною.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАКОНОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА

Р.М. Менумеров, Ш.Ю. Абитова
г. Симферополь, Крымский государственный инженерно-
педагогический университет
menumerov@mail.ru

В методической и учебной литературе при изучении законов распространения света (в разделе лучевая оптика) используется принцип Ферма (принцип наименьшего времени), наглядно объясняющий поведение света в различных физических условиях. В настоящее время существует несколько подходов при доказательстве основных закономерностей лучевой оптики (законов отражения, преломления и прямолинейного распространения света) посредством принципа наименьшего времени.

1. Метод, использующий особенности экстремума функции $\tau=\tau(x)$ (времени, затраченного светом на прохождение полного пути в двух средах) в точке преломления света x , в частности, неизменность значения функции при бесконечно малых изменениях его аргумента в окрестности x [1]. Несмотря на простоту доказательства, метод не обладает убедительностью, поскольку требует привлечения ряда допущений (что характерно при анализе бесконечно малых величин) и упрощений при геометрических построениях.

2. Способ доказательства [2] с применением геометрических построений и введением новой переменной x – расстояние от точки преломления света до проекции точки исхода луча на ось ОХ. При этом минимизация времени прохождения луча осуществляется посредством *дифференцирования времени по координате* точки, что в общем случае не совсем безупречно с физической точкой зрения. Кроме того, возникает необходимость в дополнительных геометрических построениях и использовании свойств светового луча, которые заранее не очевидны (прямолинейность распространения и преломление на границе раздела сред).

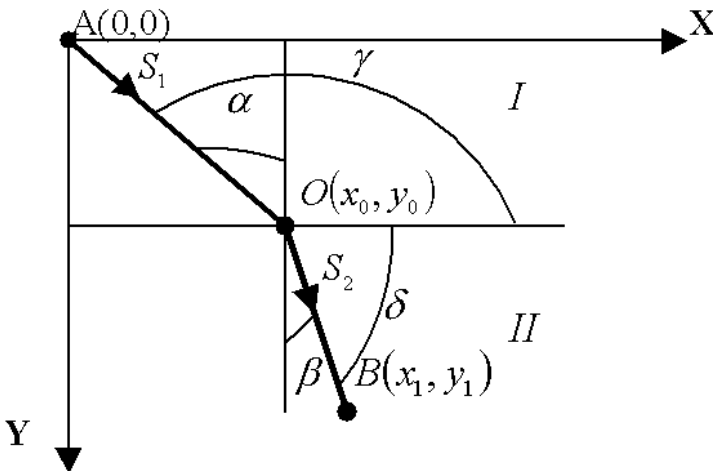
Следует отметить, что в известном издании [3] автор утвер-

ждает, что “не существует простого геометрического доказательства закона Снелла (закона преломления света) посредством принципа Ферма”.

Между тем, в математике существует метод решения задач, связанный с минимизацией изменяющихся параметров, обладающий логической строгостью и не требующий дополнительных построений. В вариационном исчислении этот метод известен как *задача о брахистохроне* [4] и используется в механике при расчетах траектории движения тел в силовых полях, отвечающих минимуму затраченного времени. Искомый параметр, например, время, в этом случае представляется в виде функционала, граничные точки которого фиксированы (закреплены). Необходимым условием экстремума является обращение в нуль вариации функционала.

Рассмотрим задачу распространения света из точки $A(0,0)$ точку $B(x_1, y_1)$ в области границ двух сред с различными показателями преломления. Начало осей координат совместим с точкой A , ось Y направим вниз (как указано на рисунке), тогда длины путей проходимых светом в указанных средах можно выразить в виде определенных интегралов.

$$S_1 = \int_0^{x_0} \sqrt{1 + (y_2')^2} dx \quad S_2 = \int_{x_0}^{x_1} \sqrt{1 + (y_2')^2} dx \quad (1)$$



В Полное время, затраченное светом при перемещении из А в

$$t = t_1 + t_2 = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} = \frac{1}{V_1} \int_0^{x_0} \sqrt{1 + (y_1')^2} dx + \frac{1}{V_2} \int_0^{x_1} \sqrt{1 + (y_2')^2} dx \quad (2)$$

Выражение, стоящее справа в (2), представляет собой функционал, в котором подынтегральная функция не зависит явно от y . Вид функции, отвечающий минимуму указанного времени, определяется из условия экстремума функционала, которое в этом случае является решением дифференциального уравнения второго порядка (уравнения Эйлера [4])

$$F'_y - \frac{d}{dx} (F'_{y'}) = 0, \text{ где } F = \sqrt{1 + (y_2')^2}.$$

Так как функционал не зависит от y , то

$$F'_y = 0,$$

поэтому уравнение Эйлера принимает вид

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{y'}{\sqrt{1 + (y')^2}} \right) = 0.$$

Решением уравнения являются линейные функции с постоянными коэффициентами

$$y_1 = c_1 x + c_2 \quad y_2 = c_3 x + c_4 \quad (3)$$

Полученный результат является доказательством прямолинейности распространения света в указанных средах, а также изменения направления луча на границе их раздела (преломления света).

Постоянные коэффициенты c_1, c_2, c_3, c_4 и окончательный вид уравнений (3) находим, используя граничные условия:

$$\begin{aligned} y_1(0) &= 0 & y_2(x_0) &= y_0 \\ y_1(x_0) &= y_0 & y_2(x_1) &= y_1 \end{aligned}$$

Используя их, получаем искомые зависимости:

$$y_1 = \frac{y_0}{x_0} \cdot x \quad y_2 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \cdot x + \left\{ y_0 - \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \cdot x_0 \right\} \quad (4)$$

Не представляет труда доказать, что на прямых (4) функционал (2) имеет абсолютный минимум. В самом деле, применяя критерий Вейерштрасса [5] к полученным зависимостям, найдем

$$y_1 = \frac{y_1}{x_1} \cdot x + \lambda_1 \quad \frac{d\lambda_1}{dy_1} = 1 > 0$$

$$y_2 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \cdot x + \lambda_2 \quad \frac{d\lambda_2}{dy_2} > 0$$

Это является достаточным условием существования минимума искомого функционала. Полученные аналитические зависимости (4) позволяют определить величины синусов углов падения и преломления света на границе раздела сред (α и β):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y_0}{x_0} \quad \gamma = \frac{\pi}{2} + \alpha$$

$$\sin \alpha = \sin \left(\operatorname{arctg} \frac{y_0}{x_0} - \frac{\pi}{2} \right) = \cos \left(\operatorname{arctg} \frac{y_0}{x_0} \right) = \frac{x_0}{\sqrt{x_0^2 + y_0^2}}$$

Аналогично (введя угол δ) находим

$$\sin \beta = \frac{x_1 - x_0}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}}$$

В результате получаем известное соотношение между углом падения и преломления света (закон преломления):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{|x_0| \cdot \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}}{\sqrt{x_0^2 + y_0^2} \cdot |x_1 - x_0|} = \operatorname{const} \quad (5)$$

Не трудно доказать, что выражения в правой части (5) полностью совпадают с выражением закона преломления света, выведенного из опыта и геометрических соотношений между углом падения и углом преломления [2, 3].

Литература:

1. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 1976. – 496 с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – 928 с.
3. Суорц Кл.Э. Необыкновенная физика обыкновенных явлений. – М.: Наука, 1987. – 384 с.
4. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1975. – 424 с.

АНАЛОГОВЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ

П.П. Москвин, Д.К. Верба, С.А. Прищенко
г. Житомир, Житомирский государственный технологический
университет
moskvin@user.ziet.zhitomir.ua

Современный курс общей физики предполагает изучение основных физических явлений, которые ответственны за функционирование приборов современной твердотельной электронной техники. В подавляющем случае эти разделы физики твердого тела предполагают выполнение соответствующих лабораторных работ. Несмотря на то, что этому разделу физики уделяется особое внимание в специальных дисциплинах технического направления, все же основы понимания физических процессов в этих устройствах закладываются именно в курсе общей физики. Актуальность рассмотрения подобного рода вопросов связывается и со спецификой преподавания основ современной электроники в высших учебных заведениях, которые не рассматривают эти дисциплины как профилирующие. Так, в ЖДГУ ряд специальностей, например, технология машиностроения, программное обеспечение ВТ и т.д., не связаны с электронной техникой непосредственно и рассматривают ее как вспомогательную. Поэтому курс общей физики является единственной дисциплиной, где слушатель может познакомиться с физикой процессов, протекающих в приборах электронной техники. В такой ситуации естественным является незначительное количество часов учебной нагрузки, которое может быть уделено этому разделу. Поэтому для полноценного ознакомления с указанными вопросами могут быть использованы автоматизированные лабораторные установки, которые способны достаточно быстро и наглядно продемонстрировать и дать возможность изучить основные особенности функционирования электронных приборов.

В настоящем докладе представлены результаты работ по созданию лабораторных установок для автоматизированного ис-

следования вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов. В качестве примеров, обсуждаются основные принципы построения и функционирования установок для исследования полупроводниковых диодов разного назначения и биполярных транзисторов (рис. 1, 2).

Основу измерительных установок лабораторных роботов, предназначенных для анализа работы полупроводниковых приборов, составляют электронный осциллограф и генератор гармонических сигналов низкой частоты. Использование в установках генераторов низкой частоты обеспечивает получения ВАХ приборов в условиях близких к статическим.

Генератор сигналов и осциллограф в установках включены таким способом, чтобы генератор исполнял роль прибора, который обеспечивает подачу сканирующего переменного напряжения на электроды прибора. При этом на входы X и Y электронного осциллографа подается напряжение прямо пропорциональное току через прибор и напряжение на его электродах соответственно. Необходимо отметить, что развертка осциллографа у этом режиме не функционирует.

Схемное включение осциллографа, когда на его экране отображается ВАХ прибора, соответствует его включение в режиме характериографа. Использование этого режима работы установки делает снятие ВАХ достаточно простой задачей, а полученная на экране информация имеет наглядный вид, которая не требует предварительной ее обработки, связанной с работой с табличным и графическим материалом. Последние факторы существенно сокращают время выполнения эмпирической работы и, следовательно, повышает информационную насыщенность занятий.

На рис. 1 показана принципиальная схема лабораторного макета для изучения прямой ветви ВАХ диодов различного назначения.

Сканирующий сигнал синусоидальной формы подается на тестируемый прибор через ограничивающий резистор R, который в свою очередь, служит для получения данных о величине тока через прибор. Напряжение на диоде подается на вход X осциллографа, а данные о токе через него снимаются с резистора R и подаются на вход усилителя Y. Такое подключение осцилло-

графа дает возможность наблюдать на экране форму прямой ветви ВАХ диода. Количественные данные о ВАХ прибора получают либо по заранее прокалиброванным в единицах напряжений и токов на осях X-Y осциллографа, либо расчетным путем, используя данные о параметрах элементов схемы. В разработанной нами лабораторной установке в качестве тестируемых диодов используются выпрямительные кремниевые и германиевые диоды Д211, Д9, стабилитроны КС486 и светодиоды АЛ102А. Получаемые данные о ВАХ диодов различного назначения используются в расчетах параметров их эксплуатации (статических и дифференциальных сопротивления диодов и т.д.) [1, 2].

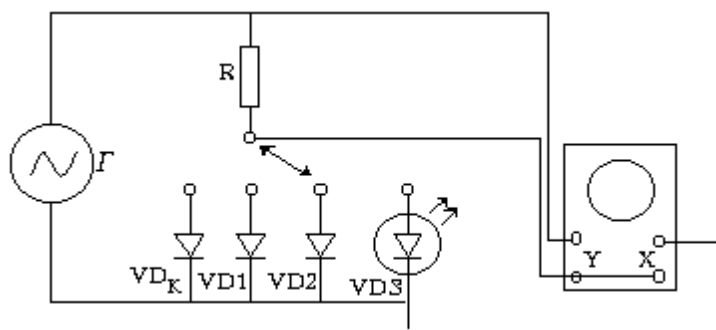


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки для изучения ВАХ диодов различного назначения

Схема лабораторной установки для изучения выходных характеристик маломощных низкочастотных биполярных транзисторов дана на рис. 2.

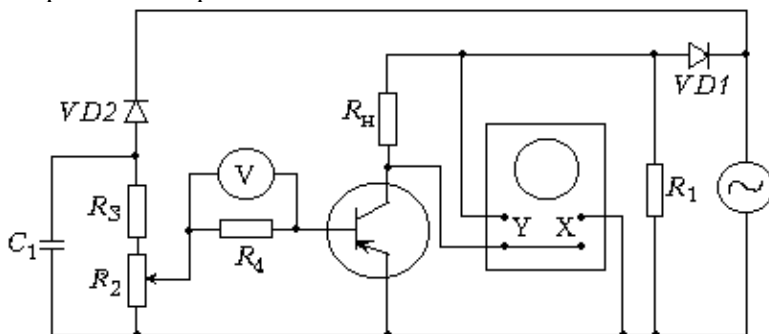


Рис. 2. Принципиальная схема лабораторной установки для изу-

чения выходной характеристики маломощного транзистора

В этой схеме диод VD1 и нагрузочный резистор R_1 обеспечивают подачу сканирующего переменного сигнала одной полярности (отрицательная ветвь синусоиды) на выходные электроды транзистора.

Цепь диод VD2, конденсатор C_1 и резисторы R_2 и R_3 измерительной схемы образуют однополупериодный выпрямитель переменного тока, который обеспечивает подачу постоянного смещения в базовую цепь испытуемого транзистора МП26. Конденсатор C_1 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, а резистор R_4 формирует источник тока и, тем самым, задает ток базы транзистора. Управляя величиной сопротивления резистора R_2 , можно менять напряжение во входной цепи транзистора и наблюдать на экране осциллографа семейство выходных характеристик транзистора. Вольтметр V измеряет напряжение на резисторе R_4 , что позволяет судить о базовом токе через прибор. Амплитуда сканирующего напряжения на входе измерительной цепи измеряется вольтметром генератора НЧ.

В качестве источников сигналов НЧ в лабораторных установках использованы генераторы ГЗ-34, ГЗ-106, Гб-15. Естественным ограничением применимости осциллографов различных типов, является возможность независимой подачи сигналов на их входы X и Y, а так же обеспечение необходимого усиления по соответствующим осям. В наших установках применены осциллографы С1-99, С1-68.

Представленные схемы дают возможность получать информацию и о частотных характеристиках исследуемых приборов. Действительно, в представленных установках, в основном, снимаются квазистатические характеристики, и режим работы установок и полупроводниковых приборов является динамическим. В то же время низкая частота сканирующих напряжений (рабочая частота не более 300 Гц) позволяет утверждать, что получаемая информация близка к статическому режиму работы приборов. Реактивные же свойства приборов обнаруживаются с повышением частоты работы генераторов. Так с ростом частоты до единиц килогерц, на экране осциллографа начинает наблюдаться эффект раздвоения линий ВАХ, которые соответствуют нарастанию и спаду напряжений на электродах приборов. Очевидно, что

ухудшения параметров работы приборов на таких низких частотах не проявится, а наблюдаемый эффект является отражением инерционных свойств измерительной схемы. Однако, наблюдаемый эффект можно рассматривать как подтверждение наличия в приборах физических явлений, которые проявляют свои инерционные свойства.

Представленный способ построения лабораторных установок для изучения свойств электронных приборов, благодаря своей наглядности, относительной простоте и дешевизне применяемого оборудования, оказался эффективным и используется на кафедре физики в течении последних трех лет, при изучении соответствующих разделов курса физики.

Литература

1. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы. – М.: Высшая школа, 1987. – 479 с.
2. Винокуров В.И., Каплин С.П., Петелин И.Г. Электрорадиоизмерения. – М.: Высшая школа, 1986. – 351 с.

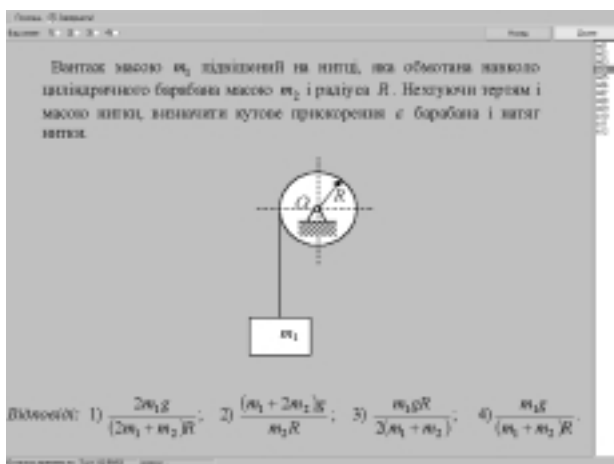
ДО ЗАСТОСУВАННЯ НОВОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИКЛАДАННІ КУРСУ ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ ДЛЯ НЕМЕХАНІЧНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Ю.А. Мушенков, Н.В. Каряченко
м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України

З метою поліпшення засвоєння матеріалу з курсу теоретичної механіки для спеціальностей, де на вивчення цього курсу відводиться число аудиторних годин в межах від 62 до 76, доцільно зосередити ці години в один напівсеместр замість двох семестрів, що і впроваджується в учбовому процесі в НМетАУ. При цьому студент починає вивчення курсу теоретичної механіки, опанувавши необхідні теми з вищої математики, що дає йому змогу з меншими затратами розумової праці засвоювати складні в математичному відношенні розділи теоретичної механіки. Крім того, зосередження академічних годин на короткому проміжку часу дозволяє студентові весь час знаходитися в полі теоретичних і практичних понять і положень теоретичної механіки, в той час як за попередньою методикою навчання академічні заняття зі студентами провадилися один раз на два тижні два семестри. Такий підхід приводив до того, що у студентів розсіювалася увага до вивчення теоретичної механіки.

Необхідно відмітити, що при новому підході до розподілу академічних годин значно поліпшується якість засвоєння теоретичного і практичного матеріалу, що впливає на підвищення успішності студентів. Також позитивним має те, що студенти послідовно за один відрізок часу вивчають всі розділи теоретичної механіки (статика, кінематика, динаміка) і у них складається цілісне уявлення про весь курс, чого не було раніше внаслідок перерви на літні канікули, за який вони забували розглянуті попередні розділи. Екзаменаційні та контрольні поточні семестрові тести з усіх розділів теоретичної механіки розробляються викладачами кафедри у спеціальній програмі TestGenerator, в яку закладаються правильні відповіді. Ця програма пов'язана з програмою Tester, в якій студенти здійснюють усі види контролю. Програма виставляє оцінку студентові, показує, яку кількість задач він розв'язав та які з цих розв'язків є вірними. Також в цій

програмі студенти мають можливість звернутися за допомогою до калькулятора та різних математичних пакетів програм, наприклад MathCad, щоб обчислити результати. Вікна у програмі Tester, якою користуються студенти, мають такий вигляд:



Безперервне, впродовж усього терміну навчання теоретичної механіки, застосування комп'ютерних технологій при проведенні практичних та лабораторних занять сумісно з тестуванням на ПК значно підвищує якість засвоєння студентами як знань з теоретичної механіки, так і вміння застосовувати різні математичні і інформаційні підходи до розв'язання задач механіки.

БАЗИСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУРСА ФИЗИКИ

Н.В. Наумчук, И.Д. Романенко

г. Донецк, Донецкий государственный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского
physics@kaf.donduet.edu.ua

Содержание учебной дисциплины отличается от содержания соответствующей области науки и качественными и количественными параметрами. Для учебного курса отбираются базисные знания; прикладные аспекты курса разрабатываются с учетом специальности, то есть курс профилируется; кроме того, выполняющий учебные задачи курс соответствующим образом структурируется.

Под базисом следует понимать совокупность основных, наиболее крупных педагогических целей преподавания курса. Они составляют как бы своеобразное ядро. Ядро связывается в единое целое посредством методов преподавания, образующих тесно примыкающую к ядру оболочку. Базис в значительной мере переплетается с короной, состоящей как из значительных педагогических задач, наполняющих базисные элементы содержанием, так и из более мелких понятий, навыков, умений и т.д. В ядро базисных знаний по физике входят: понимание физической картины мира, навыки экспериментальных измерений, задел специальных знаний, необходимых для изучения общенаучных и специальных дисциплин. Оболочку представляют лекции лабораторные работы и упражнения. Все элементы базиса инвариантны и должны присутствовать (хотя и в разной степени) в курсах для любого типа физического образования в вузах. Наиболее подвижны элементы короны. В зависимости от типа образованности и конкретной специализации часть этих элементов может быть изменена или отвергнута. В «короны» могут входить математические модели, методы их составления и исследования, неспецифические приемы решения задач, физические расчеты, методы измерений и обработки результатов. Ядро и корона наполняют оболочку конкретным содержанием.

Задача современных образовательных технологии – это усиление фундаментальной подготовки, дающей обучаемому уме-

ние выделить в конкретном предмете базисную часть его содержания, которую после самостоятельного осмысления и реконструирования он сможет использовать на новом уровне, при изучении других дисциплин, при самообразовании. Для нашего образовательного пространства характерна недостаточная интеграция, «замкнутость» отдельных дисциплин, мешающая приобретению системных знаний и фундаментализации образования. Опыт передовых вузов показывает, что блочное расположение курсов в учебных планах, введение междисциплинарных экзаменов способствуют усилению межпредметных связей, формированию системного подхода к обучению. При проектировании содержания дисциплины в последнее время наметилась тенденция выделять из базиса дисциплины ее понятийную базу – тезаурус, в котором должны быть представлены основные смысловые единицы. Их следует систематизировать по элементам научного знания и давать по разделам курса в виде перечней, отражающих вехи его содержания. Для физики это должны быть:

- термины;
- понятия-явления, свойства, модели, величины;
- приборы и устройства;
- классические опыты.

Следует особо выделить математический аппарат, необходимый для описания механизмов протекания явлений. Базис дисциплины, представленный в виде таких перечней, усваивается обучаемым как система знаний. Наличие понятийной базы упрощает составление единых требований ко всем формам контроля и облегчает разработку требований к междисциплинарному экзамену.

Понятие базисного содержания дисциплины неразрывно связано с понятием учебного модуля, в котором базисные содержательные блоки логически связаны в систему.

Модуль – это логически завершенная часть учебного материала, обязательно сопровождаемая контролем знаний и умений студентов. Основой для формирования модулей служит рабочая программа. Число модулей зависит как от особенностей самого предмета, так и от желаемой частоты контроля обучения. Модульное обучение неразрывно связано с рейтинговой системой контроля. Чем крупнее или важнее модуль, тем большее число

баллов ему отводится. Контроль по модулям обычно производится 3-4 раза в семестр, в него входят зачет или экзамен по курсу.

Модуль содержит познавательную и учебно-профессиональную части. Первая формирует теоретические знания, вторая – профессиональные умения и навыки на основе приобретенных знаний. Соотношение теоретической и практической частей модуля должно быть оптимальным, что требует профессионализма и высокого педагогического мастерства преподавателя.

В основу модульной интерпретации учебного курса должен быть положен принцип системности, предполагающий:

- системность содержания, т.е. то необходимое и достаточное знание (тезаурус), без наличия которого ни дисциплина в целом, ни любой из ее модулей не могут существовать;

- чередование познавательной и учебно-профессиональной частей модуля, обеспечивающее алгоритм формирования познавательно-профессиональных умений и навыков;

- системность контроля, логически завершающего каждый модуль, приводящая к формированию способностей обучаемых трансформировать приобретенные навыки систематизации в профессиональные умения анализировать, систематизировать и прогнозировать инженерные решения.

При модульной интерпретации учебной дисциплины «физика» следует установить число и наполняемость модулей, соотношение теоретической и практической частей в каждом из них, их очередность, содержание и формы модульного контроля, содержание и формы итогового контроля.

В рамках каждого модуля студент всегда имеет дело как с предметными знаниями, так и с видами деятельности, связанными с получением и использованием этих знаний. Все зависит от варианта занятий. Соответственно контроль по модулю может быть: содержательным, деятельностным либо содержательно-деятельностным (изучение материала, выполнение эксперимента, решение задач). Целью создания каждого модуля является достижение заранее планируемого результата обучения. Итоги контроля по модулю характеризуют в равной мере и успешность учебной деятельности студента, и эффективность педагогиче-

ской технологии, выбранной преподавателем.

Контрольные задания для модулей, построенных на содержательной основе, позволяют оценивать уровень усвоения конкретных предметных знаний по виду их использования. За основу берут три уровня знаний – критический, достаточный, оптимальный. В каждое задание для такого вида модулей включены структурные элементы научных знаний, подлежащих усвоению, и определен вид деятельности по их использованию.

Контрольные задания для модулей, построенных на деятельной основе, предусматривают количественную оценку уровня сформированных умений, позволяющих выполнять конкретную деятельность в целом, входящие в нее отдельные действия и операции. Критический уровень сформированности умения соответствует уровню выполнения студентом операций, отдельных действий и деятельности в целом только по заданному алгоритму.

Достаточный уровень – уровень самостоятельного выполнения операций, отдельных действий и деятельности в целом при отсутствии готового алгоритма.

Оптимальный уровень – уровень полностью осознанного выполнения операций, отдельных действий и деятельности в целом.

Контрольные задания для модулей, сочетающих знания и умения, соответственно базируются на двух выше перечисленных принципах.

При использовании рейтинговой формы контроля самостоятельной работы студентов (СРС) результат выполнения заданий каждого вида занятий, связанных с изучением дисциплины, и результаты отдельных этапов этих заданий оценивают отдельно. Оценка (баллы) за каждый отдельный модуль зависит от качества и сроков выполнения всех входящих в него заданий. Общая оценка работы студентов определяется суммой баллов за отдельные модули и виды занятий.

Рейтинговый контроль прекрасно сочетается с остальными компонентами обучения. Несомненные преимущества рейтинговой формы контроля заключаются в следующем:

– осуществляются предварительный, текущий и итоговый контроль;

– текущий контроль является средством обучения и обратной связи;

– развернутая процедура оценки результатов отдельных звеньев контроля обеспечивает его надежность;

– развернутый текущий контроль реализует мотивационную и воспитательную функции;

– развернутая процедура контроля дает возможность развивать у студентов навыки самооценки работы и формировать навыки и умения самоконтроля и профессиональной деятельности.

Новые образовательные технологии зарождаются не как дань моде, а как результат научных исследований, обусловленных научными открытиями. Так, развитие кибернетики и вычислительной техники обусловило развитие программированного обучения; результаты исследований закономерностей развития человеческого мышления привели к развитию, проблемного обучения; деятельностный подход возник на основе исследований психологов и философов в области человеческой деятельности.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО УЧЕБНОГО КУРСА И ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ “СПИН-ВОЛНОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ЭЛЕКТРОНИКА”

А.Ю. Нечипорук, В.В. Данилов, И.В. Зависляк
г. Киев, Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко
chipa@univ.kiev.ua

В мультимедийном учебном курсе рассматриваются физические основы функциональной магнитной электроники, базирующейся на элементарных возбуждениях ферромагнитных материалов (объемных монокристаллов и эпитаксиальных пленок железо-иттриевого граната – ЖИГ), связанных с движением вектора намагниченности – магнитостатических спиновых волн (МСВ) и их применением в микроволновой технике. Этот курс является, по существу, первым в Украине опытом создания и апробации полноценного мультимедийного университетского курса, построенного на использовании современных «безбумажных» технологий. Целью работы авторского коллектива было желание объединить возможности современной вычислительной техники и накопленный ими опыт преподавания различных лекционных курсов, проведения соответствующих лабораторных, практических и семинарских занятий, подготовки дипломных работ бакалавров и специалистов по специальности «Прикладная физика», магистерских и кандидатских диссертаций. Авторы стремились к созданию такого пособия, которое бы позволило студентам, аспирантам, преподавателям радиотехнических специальностей университетов и технических вузов восполнить пробел в современной методической и научной литературе в одной из сравнительно новых отраслей микроволновой электроники.

Создан и зарегистрирован полноценный университетский мультимедийный учебный курс, органично объединяющий текстовый материал, контекстный словарь, иллюстрации (рисунки, графики, схемы, таблицы), литературные источники, поисковую систему, перечень принятых в материале курса символов, со-

кращений, обозначений (на рис. 1 приведен вид титульного листа полиграфического оформления компакт-диска).

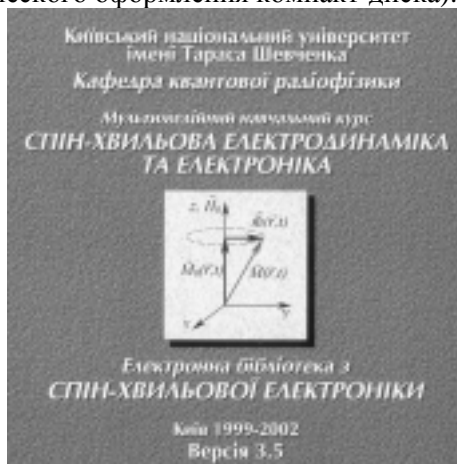


Рис. 1. Вид титульного листа полиграфического оформления компакт-диска

В отдельном разделе приведены описания лабораторных работ, которые сопровождают теоретические разделы курса на кафедре квантовой радиофизики: «Полосно-пропускающий ферритовый фильтр», «Полосно-заграждающий ферритовый фильтр», «Управляемый СВЧ генератор с линией задержки на МСВ в цепи обратной связи» и «Определение магнитных параметров эпитаксиальных пленок ЖИГ по спектрам магнитостатических волн». Наличие такого подраздела существенно упрощает подготовку, выполнение и оформление отчета о лабораторных работах студентами.

Мультимедийный учебный курс содержит демонстрационные программы и программы моделирования спин-волновых процессов в многослойных феррит-диэлектрических структурах (своеобразные виртуальные лабораторные работы). В частности, пользователь может моделировать спектры и частотную зависимость времени задержки в линиях задержки на различных типах МСВ в структуре металл-диэлектрик-феррит-диэлектрик-металл (МДФДМ) в зависимости от соотношения ее параметров, рассчитывать полосовой фильтр на поверхностных МСВ в структуре феррит-диэлектрик-металл (частоту, величину внешнего маг-

нитного поля, полосу пропускания), самостоятельно изучать дисперсию различных типов МСВ в трехмерном пространстве частот и волновых чисел в структуре МДФДМ при произвольном угле между направлениями распространения волны и внешнего магнитного поля (пример вида дисперсии поверхностных МСВ в структуре МДФДМ приведен на рис. 2), наблюдать прохождение короткого импульса в линии задержки на поверхностных МСВ. Отметим, что пользователь может загрузить описанные программы на свой компьютер или же ознакомиться с ними непосредственно с компакт-диска.

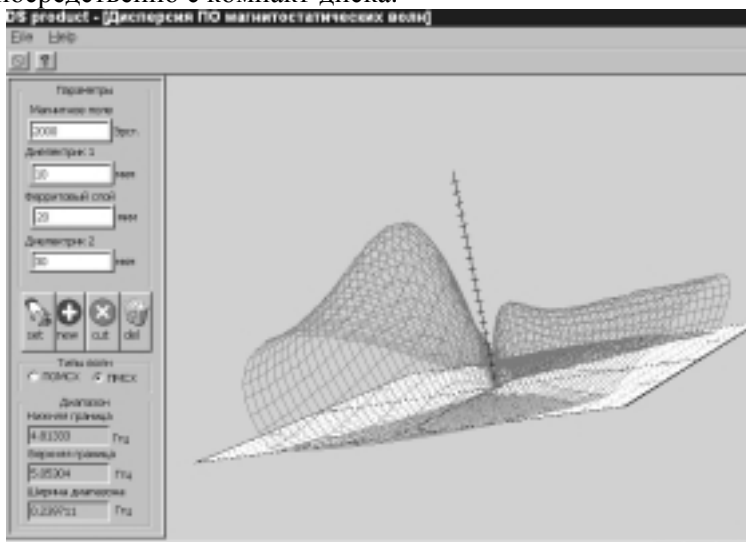


Рис. 2. Дисперсия поверхностных МСВ в структуре МДФДМ в трехмерном пространстве волновых чисел и частот (копия экрана соответствующей программы)

Предусмотрена возможность тестирования качества усвоения материала пользователем, анализа уровня его знаний, что является важным компонентом любого мультимедийного учебного курса. Он состоит из перечня вопросов с многовариантными ответами. В процессе самотестирования пользователь получает вопросы из базы данных одновременно с четырьмя вариантами ответов. Избрав один из них, он автоматически переходит к следующему вопросу. По завершении тестирования выводится средний бал успеваемости, перечень всех вопросов, правильные

ответы на них и комментарий.

Здесь же приведены самостоятельные задания, которые предлагаются студентам по завершению изложения теоретических разделов курса. Ответы на эти задания не содержатся напрямую в материалах курса, но, используя его, слушатель может правильно их решить.

Необходимым элементом мультимедийного учебного курса является интерактивный терминологический (контекстный) словарь. На настоящий момент он состоит из 29 терминов специального употребления с исчерпывающим толкованием.

В специальном разделе все материалы курса выложены в форматах MS-Word 2000 (*.doc, *.rtf), а также заархивированные через zip DOC-файлы. Избрав любую главу или отдельный параграф, можно открыть их в окне редактора MS-Word и обработать известными методами или же распечатать.

Для удобства работы пользователя в отдельный раздел помещены все иллюстрации (рисунки, графики, схемы, таблицы), содержащиеся в материалах курса, вместе с подписями и объяснениями обозначений на них.

Интерфейс мультимедийного учебного курса содержит три окна (фрейма), что упрощает работу пользователя и позволяет легко осуществлять переходы между разделами и подразделами. Так, первое (слева) навигационное окно создано для обеспечения навигации пользователя по мультимедийному учебному курсу. Во второе окно (сверху) вводится навигационная информация места нахождения пользователя в учебнике. Большое (основное) среднее окно используется для подачи основного объема информации курса. Рис. 3 иллюстрирует это на примере раздела 4.2.1 “Поверхностные МСВ в структуре МДФДМ”.

В информационно-справочном разделе содержится информация об авторах и разработчиках (библиографические сведения, научные достижения и педагогическая деятельность), рецензентах мультимедийного курса; приведен краткий рассказ о кафедре квантовой радиофизики и радиофизическом факультете Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Тут же представлена информация о самой программе и ее предыдущих версиях (представляется версия 3.5) и сформулированы требования к вычислительной технике, на которой курс можно про-

смагивать: Pentium 100 и выше, ОЗУ 16 Мб, Sound Blaster 16 bit (курс содержит видео и аудио материалы), операционные системы Windows 9x/NT/2000/ME/XP, CD-ROM 4x и лучше, VGA адаптер (рекомендуем SVGA 800 x 600 пкс. и более), браузер Microsoft Internet Explorer 4.0 и выше (отметим, что программа оптимизирована под Internet Explorer v. 5.50 и разрешающую способность 800 x 600 пкс).

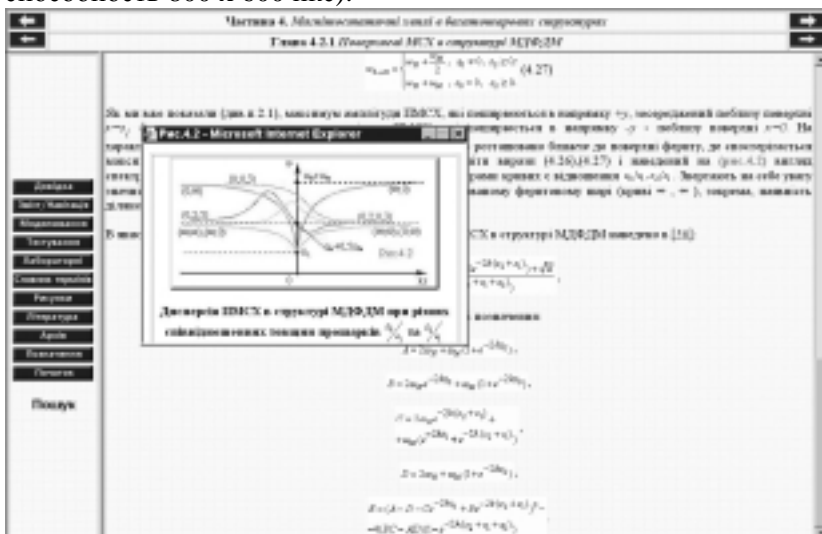


Рис. 3. Интерфейс мультимедийного курса на примере раздела 4.2.1 «Поверхностные магнитостатические волны в структуре металл-диэлектрик-феррит-диэлектрик-металл»

Наличие развитой поисковой системы в представляемом мультимедийном курсе является необходимым условием удобного и дружелюбного интерфейса. Поисковая система осуществляет поиск термина или словосочетания по всем материалам курса. После обработки базы данных, созданной путем индексации файлов с соответствующим текстовым наполнением, поисковая система дает перечень “линков” к файлам, отвечающим условиям запроса, или же сообщает об отсутствии таких файлов. Нажимая выбранный “линк”, пользователь автоматически попадает на нужный термин или выражение.

Компакт-диск содержит электронную библиотеку по спин-волновой электронике. В ней подготовлены и представлены в

формате .djvu отсканированные с разрешением 300 dpi учебники, научные монографии, кандидатские диссертации, обзорные статьи из периодических изданий по данной тематике – всего почти 10 тысяч страниц текстов. Многие из них редко встречаются в обычных (т.е., бумажных) библиотеках или даже стали уникальными, но являются необходимыми студентам при работе над материалами курса. Обеспечена быстрая навигация по содержанию отсканированных изданий. Для каждого издания–первоисточника создан отдельный индексный указатель, который позволяет быстро просматривать текст книги. На страницах содержания имеются гиперссылки, с помощью которых пользователь может переходить к разделам, которые его заинтересовали. Начало каждого из разделов имеет ссылки на содержание первоисточника. Приведены также INTERNET-ресурсы с адресами периодических научных журналов, в которых, как правило, публикуются статьи по электронике и физике спин-волновых процессов (всего 31 ссылка).

Мультимедийный учебный курс, как и электронная библиотека снабжены подробными описаниями (так называемый «help») и инструкциями, которые упрощают работу с компакт-диск.

Созданный мультимедийный учебный курс и электронная библиотека “Спин-волновая электродинамика и электроника” активно используются в учебном процессе на радиофизическом факультете Киевского национального университета имени Тараса Шевченко.

РОЛЬ ФІЗИКИ У ТЕХНІЧНІЙ ОСВІТІ

В.Г. Погребняк, С.В. Горбань
м. Донецьк, Донецький державний університет економіки
і торгівлі ім. М. Туган-Барановського
physics@kaf.donduet.edu.ua

Одним з основних протиріч освіти справедливо вважають протиріччя між зростаючим обсягом знань і обмеженим часом навчання. Вважають, що у технічній освіті дане протиріччя може бути вирішене шляхом фундаменталізації, але саме це поняття, насправді, не сформоване. Найчастіше під фундаменталізацією мають на увазі збільшення часу, що приділяється у навчальних планах на фізику і математику. Очевидно, що це не вихід, оскільки катастрофічно скорочується час спеціальної підготовки. Дійсне подолання названого протиріччя вимагає корінного перегляду історично сформованих стереотипів освіти, повного усвідомлення співвідношення між нею та іншими сферами людської діяльності, у першу чергу предметно-перетворювальної. Необхідно усвідомити, що найважливішою складовою частиною фундаменталізації повинна стати методологізація навчального процесу – єдиний конструктивний шлях подолання «інформаційного вибуху».

Найважливішим резервом удосконалювання освіти є системний підхід, що все ширше утверджується у технічних науках. Суть його надзвичайно проста. Майже кожен об'єкт являє собою і систему (що складається з більш дрібних об'єктів), і елемент (компонент) більш великого об'єкта. Іншими словами, існує ієрархія систем. Елементи системи певним чином зв'язані між собою – тобто, взаємодіють. В залежності від потреб, на різних етапах дослідження об'єкт може розглядатись або як елемент, або як система. Такий підхід дозволяє по-новому систематизувати попередні знання. Наприклад, виявляється можливим розділити закони науки на компонентні і системні. Перші описують поведінку компонентів незалежно від структури системи. Системні ж закони описують структуру системи: вони байдужі до компонентного складу та специфіки поведінки її компонент. Ідея про діалектику елементів і систем важлива не тільки тому, що

дозволяє упорядкувати та значною мірою уніфікувати традиційні теоретичні знання. Вона дає можливість людині усвідомлено підходити до освоєння будь-якого незнайомого йому об'єкта. Більш того, вона є ключем до вирішення основного протиріччя у освіті.

Щороку зростає насиченість усіх сфер людської діяльності різноманітними технічними засобами. Людина тепер фізично просто не в змозі розібратись у принципах дії та конструкції усіх тих пристроїв, якими йому доводиться користуватись на роботі і удома. Таким чином, можна стверджувати, що стосовно технічних засобів усі люди поділяються на виробників і користувачів, причому кожна людина є виробником у якийсь вузькій (що ще більше звужується) ділянці, і користувачем у практично необмеженій сфері. Виробники постійно піклуються про економію витрат праці користувачів (досить згадати технічні удосконалення у автомобілі). Користувач здатний застосовувати величезну кількість різноманітних засобів, не знаючи, як вони побудовані, тобто підходячи до них чисто феноменологічно. Це абсолютна тенденція, альтернативи якої не існує. Будуючи систему освіти, необхідно виходити з цієї тенденції. Як виробник, людина повинна досконало знати призначення, склад, структуру, принцип дії, теорію того, що вона робить. Але знати точно так само все те, чим вона користується, людина не може. Саме виходячи з цього, варто визначати навчальний план, зміст дисциплін і способи оволодіння ними. Більш того, як стверджував К.Д.Ушинський, викладання є тільки один із засобів виховання. Тому необхідно формувати у свідомості майбутнього фахівця переконаність у тому, що він як виробник є особисто відповідальним перед користувачами, які здатні підходити до його продукції тільки феноменологічно і тому не можуть усувати припущені ним помилки. Разом з тим, виробник не повинен відчувати незадоволеність від того, що всі інші засоби змушений пізнавати як «чорні ящики». Оскільки особлива роль у фундаменталізації інженерної освіти належить загальнонауковим дисциплінам, і, насамперед, фізиці, спробуємо розібратись, якою мірою теперішнє викладання цього курсу відповідає сучасним вимогам.

Нарівні з думкою про необхідність фундаменталізації інженерної освіти нерідко висувають вимогу професійної орієнтації

загальнонаукових дисциплін. Але іноді профілізацію розуміють спрощено – як розширення одного розділу за рахунок інших. Очевидно, має сенс насамперед говорити про орієнтацію дисципліни не на спеціальність, а на професію інженера, виявивши те загальне, що повинне бути властивим стилю мислення всіх інженерів, а інтереси спеціальності враховувати в другу чергу. Варто завжди пам'ятати, що інженер повинен володіти здатністю створювати нові машини і процеси, продуктивно взаємодіяти з людьми, що мають інші спеціальності і таке інше. Крім того, відомо, що ефективність його праці, як правило, залежить від загальної культури.

Інша практично не розроблена проблема – різниця підходів у загальнонаукових та технічних дисциплінах. Систему навчання будь-якої спеціальності варто будувати, керуючись реальними закономірностями психічної та предметної діяльності професіоналів, причому формування професійного стилю мислення повинне стати турботою усіх викладачів. Для того щоб з цих позицій визначити характер перебудови курсу фізики, необхідно виявити істотні відмінності між цим курсом і технічними дисциплінами. Очевидно, найбільш важливі наступні відмінності:

1. Уже зазначалось, що у технічних науках більш послідовно і широко застосовують системний підхід. На жаль, загальний курс фізики побудований так, що не тільки не сприяє формуванню такого підходу у свідомості учнів, але знаходиться з ним у волаючому протиріччі. З позиції системного підходу, другий закон Ньютона – це компонентний закон, який описує поведінку інерційного елемента. У цьому розумінні він анітрохи не “вищій” за закони Гука або Стокса, які є найпростішими моделями пружного та в'язкого елементів відповідно.

2. Те, що автори підручників з фізики не дотримуються системного підходу, обумовлене, швидше за все, тим, що протягом століть ідеал фізики полягав у збагненні усе більш глибинних механізмів руху матерії, а це, природно, відбивалося на змісті і формі як самої дисципліни, так і навчальних книг. Про те, що кожна людина, як користувач, повинна визнавати науковість, повноцінність феноменологічного підходу, ми вже говорили. Феноменологічність мислення повинна бути властиве усій професійній діяльності інженера. Адже його задача є принципово

іншою у порівнянні із задачею “чистого” фізика. Інженер проектує, виробляє, ремонтує або експлуатує речі, що задовольняють якісь людські потреби. Тому він повинен уміти свідомо обмежувати глибину розгляду будь-якого об’єкту певним рівнем структурної організації матерії, тобто підхід його завжди феноменологічний.

3. Як правило, у фізиці об’єкти вивчають однобічно, “у чистому вигляді”. Для цього використовують різні способи їхньої ізоляції (поміщають у термостат, застосовують електростатичний екран і таке інше), прагнучи виключити усі впливи, крім одного. Інженер навпаки, повинен враховувати усі фактори, здатні вплинути на процес в реальних умовах експлуатації.

4. У фізиці описують і пояснюють природні, вже існуючі незалежно від діяльності людини, об’єкти. Тому в ній використовують міркування, які можна назвати пізнавальними. Вони служать відповідями на питання: що, де, коли, як відбувається? чому відбувається так, а не інакше? Тому і викладання технічних дисциплін іноді будують на базі перерахованих вище питань, доповнивши їх питанням “для чого?”. Інженер же повинен створити, породити щось нове, таке, чого ще немає. Отже, головними для нього служать міркування, які можна назвати породжуючими. Для нього основні питання інші: є певна потреба, як її можна задовольнити (що для цього треба зробити)? чи не можна вирішити задачу якимось інакше? ще інакше? який з варіантів краще (гірше) і з якого боку? як реалізувати ідею? які відомі технічні рішення можна застосувати? що не вирішується відомими методами? Як бачимо, ці питання носять проблемний характер. Спеціально відзначимо, що технічні рішення завжди альтернативні.

5. Для “чистої” фізики закони – не вихідний пункт пізнання, а його результат. Видатному теоретику найцікавіший такий факт, що суперечить загальноприйнятій теорії, адже з цього моменту починається його справжня робота. У інженерній же справі відношення до законів інше. Частина законів, насамперед закони збереження, приймаються без обговорення, як елементи абсолютної істини. Інші твердження, що також іменовані законами, інженер розглядає, як найпростіші математичні моделі об’єкту (наприклад, закон Ома або закон Гука). Плутанину вносить різноманітність термінів: існують терміни “закономірність”,

“аксіома”, “постулат”, “рівняння”, “теорема”, “правило”, “принцип”, “начало”, що теж якось співвідносяться з терміном “закон”. Усе це потрібно чітко упорядкувати в курсі фізики.

6. Через відсутність міжпредметних зв'язків і у школярів, і у студентів не виробляється досвід комплексного застосування знань. А інженер завжди повинен синтезувати різні знання, включаючи економіку, екологію, ергономіку, дизайн та інші.

7. Наступна відмінність стосується методики роботи з уявними моделями об'єктів. У технічних науках їх прийнято об'єктивувати, тобто зображувати явно, у формі розрахункових схем. Наприклад, у електротехніці та електроніці використовують схеми кіл і схеми заміщення. Перші – зображення реальних пристроїв, електричних кіл. Кожний їх компонент є умовним графічним позначенням реального предмета – хімічного джерела, резистора, діода, транзистора і таке інше. Другі – об'єктивовані уявні моделі кіл. Їх компоненти означають абстракції, яким приписують деякі властивості реальних компонентів у “чистому” вигляді (резистивність, ємність, індуктивність та інші). Таким чином, хід думки розробника (після того, як ідея уже виникла) відповідає ходу пізнавальних міркувань при використанні методу сходження від абстрактного до конкретного. Тому доцільно якомога ширше застосовувати цей метод при викладанні загальнонаукових дисциплін, використовуючи такі схеми.

8. Джерело ще однієї відмінності дуже давнє. Усі природничі і технічні знання в кінцевому рахунку потрібні людям для того, щоб впливати на предмети об'єктивного світу. Знання виражені в знаковій формі – природною і штучною мовами. Отже, між знаками (у тому числі словами) з одного боку, і предметними діями людей – з іншого, повинна бути взаємно однозначна відповідність.

Саме через перераховані відмінності фізики від технічних наук перехід до вивчення спеціальних дисциплін виявляється для студентів психологічно важким. Для підвищення якості інженерної освіти необхідно розробляти спеціальні курси фізики, будуючи їх так, щоб положення, вірні для “чистої” фізики, не перетворилися в догми і не заважали б студентам опанувати спеціальні знання.

УДОСКОНАЛЕННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

В.Г. Погребняк, І.Д. Романенко, С.В. Горбань
м. Донецьк, Донецький державний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського
physics@kaf.donduet.edu.ua

Однією з найважливіших задач сучасної вищої школи є розвиток у студентів здатності до самоосвіти. Проте, система вищої освіти має істотні недоліки, що формують у студентів однобічний, формальний підхід до процесу навчання, зводять його до механічного, нетворчого запам'ятовування засвоєного матеріалу. Тому у пошуках шляхів реформування процесу навчання перевага віддається процесу самоосвіти студентів у вищих навчальних закладах, широке впровадження якого допоможе перебороти перелічені недоліки. Перетворення процесу навчання вимагає суттєвого зламу структури навчальних занять, широкого використання активних методів і форм у навчальному процесі, більш високого професійного і методичного рівня викладачів, зміщення акценту у відносинах викладач-студент від імперативного убік співробітництва, а також створення матеріального і організаційного забезпечення навчального процесу. З метою відшукування шляхів підвищення ефективності навчально-виховного процесу при навчанні фізиці студентів стаціонару і заочного відділення, на кафедрі екології і фізики Донецького державного університету економіки і торгівлі виконане дослідження “Комплексне методичне забезпечення як засіб організації та стимулювання самостійної роботи студентів (СРС) при вивченні фізики”.

У багатьох публікаціях підкреслюється необхідність видання методик і програм, що навчають умінню самостійно працювати, відзначаються три основних напрямки досліджень СРС: планування, організація і контроль. На основі вивчення та аналізу науково-методичної літератури щодо проблеми СРС доцільно відзначити наступні аспекти проблеми:

1. Вивчення бюджету часу студента, тобто нормування СРС.
2. Планування СРС, що включає розробку робочих і навчальних планів за спеціальностями, а також графіків організації

СРС, заснованих на елементах нормування навчального процесу.

3. Організація СРС передбачає забезпечення студентів організаційно-довідковими матеріалами, навчальною, навчально-методичною та науковою літературою, можливість використовувати технічні засоби та ЕОМ. Організація побуту студентів теж має пряме відношення до питання удосконалення СР.

4. Стимулювання СРС зв'язане з формуванням різних видів мотивації (пізнавальної, професійної), як джерела активності студентів у засвоєнні знань, оволодінні уміннями, навичками і досвідом творчої діяльності.

5. Контроль СРС припускає систематичну і гласну перевірку та оцінку (словесну або за допомогою оцінки) цієї роботи на різних видах аудиторних і позааудиторних занять.

6. Періодична перевірка якості планування, організація методичного забезпечення і контролю СРС з метою її подальшого удосконалення. Тут варто враховувати думку студентів з усіх цих аспектів, а також стимулювати викладачів до активної участі у організації та методичному забезпеченні СРС.

Робота з організації СРС на кафедрі проводилась за наступними основними напрямками:

- розробка комплексу методичних, дидактичних та інформаційних матеріалів для організації СРС стаціонару і заочного відділення при вивченні фізики;

- дослідження думки студентів щодо різних аспектів навчального процесу;

- розробка методики організації, контролю та стимулювання СРС стаціонару з урахуванням думки студентів;

- створення матеріального забезпечення СРС;

- спостереження за процесом залучання студентів у систематичну СР, апробації і впровадження розробленої системи СРС;

- виступу на науково-методичних конференціях, семінарах, засіданнях опорної кафедри фізики;

- публікації за результатами роботи.

Розроблена на кафедрі методика організації, контролю і стимулювання СРС відбиває комплексний підхід до навчально-виховного процесу і містить такі елементи, як планування СР, її організацію, стимулювання, контроль, оцінку, методичне і матеріальне забезпечення, а також зміну характеру відносин викла-

дача і студента у навчальному процесі. При вивченні фізики плануються наступні види СР: робота над лекційним курсом, виконання у семестрі двох індивідуальних завдань та написання реферату, самостійне вивчення окремих тем, підготовка до практичних, лабораторних і семінарських занять, підготовка до колоквиумів, заліків, іспитів, підготовка та участь у олімпіаді з фізики, участь у науковій роботі кафедри, вивчення курсу за індивідуальними графіками. На початку семестру лектор знайомить студентів з видами і формами СР: тематикою рефератів, видами контролю, формами звітності, термінами виконання, вимогами, які будуть пред'явлені до результатів СР, засобами і методами її стимуляції. Студенти обирають тему реферату та одержують індивідуальні завдання, розроблені кафедрою. Крім цього, вони одержують інформацію про терміни і методики складання кожного завдання, час роботи кабінету СРС, графіки чергування викладачів-консультантів, методику захисту рефератів та індивідуальних завдань, про систему стимулювання систематичної СР та методичне забезпечення, що є у кабінеті СР.

З метою активізації систематичної СРС на кафедрі розроблена система стимулювання СРС, що містить бальну систему оцінки своєчасного виконання індивідуального завдання. Принципово важливим є те, що бали за роботу у семестрі входять складовою частиною у екзаменаційну оцінку. Це стимулює систематичну СРС, формує у студента зацікавленість працювати ритмічно, використовувати можливість одержання допомоги від викладача, що приводить до підвищення ефективності навчально-виховного процесу. Контроль роботи студентів над лекційним курсом, за самостійним вивченням окремих тем, виконанням індивідуальних завдань, написанням рефератів, вивченням курсу за графіком передбачається у години, відведені для СР під керівництвом викладача.

Зміна характеру навчальної діяльності студентів вимагає істотних змін у структурі та методиці проведення занять, керівництві студентською науковою роботою, характері взаємовідносин студент-викладач вбік їхньої демократизації. Залучення до навчального процесу системи індивідуальних завдань, методика очного захисту і впроваджена система стимулювання систематичної СР помітно змінили характер і інтенсивність навчально-

виховного процесу. Суттєво збільшився час прямого контакту студента з викладачем, зросла пізнавальна активність студента. При цьому необхідно відзначити, що в процесі впровадження даної методики зросли витрати викладацького часу у порівнянні з традиційним навчальним процесом.

Центральним у матеріальному забезпеченні СРС стаціонару є розроблена на кафедрі система індивідуальних завдань і тематика рефератів з усіх розділів курсу фізики для студентів різних спеціальностей. На кафедрі створений кабінет СРС по вивченню фізики, у якому зосереджені підручники і навчальні посібники з курсу, методичні вказівки до самостійного вивчення окремих тем і до виконання лабораторних робіт, по застосуванню програмованих мікрокалькуляторів, студентські наукові доповіді і реферати, тексти лекцій з найбільш складних тем, довідкові та інформаційні матеріали, тексти індивідуальних завдань і методичні вказівки до їхнього виконання. У кабінеті можна одержати консультацію у чергового викладача, попрацювати з літературою, виконати індивідуальне завдання. Створена також філія кабінету СР для слухачів підготовчого відділення.

Одним з методів оцінки ефективності застосовуваного на кафедрі комплексного підходу до СРС з фізики і якості підготовлених методичних і дидактичних матеріалів, є вивчення та аналіз думки студентів із зазначених питань. Більш об'єктивну картину ставлення студентів до зазначеної системи отримано методом анонімного анкетування. Оцінюючи ефективність різних видів СР, студенти на перше місце поставили виконання і захист індивідуальних завдань, потім – виконання і захист лабораторних робіт, а на третє місце – написання і захист рефератів. При узагальненні результатів проведеного анкетування було відзначено, що студенти мають свою думку щодо різних аспектів навчального процесу і надто зацікавлені у тому, щоб їхня думка вивчалась і враховувалась при плануванні та організації різних видів навчальної роботи. Для вивчення думки студентів по проблемі взаємовідносин викладач-студент була розроблена спеціальна анкета, у створенні якої брали участь не тільки викладачі кафедри, а і студенти.

Результати експериментальної перевірки розробленої системи СРС виявили, що основна маса студентів стаціонару була за-

лучена до виконання індивідуальних завдань та їхньому захисту у процесі очної співбесіди з викладачем. Зросла активність студентів на консультаціях, з навантаженням працює кабінет СРС, чергові викладачі-консультанти надають істотну допомогу студентам, збільшений час індивідуальної роботи з кожним студентом. Основна маса студентів (84-96%) успішно і вчасно захищає індивідуальні завдання. Тексти завдань також пройшли експериментальну апробацію, яка показала, що їхній зміст і обсяг цілком відповідає можливостям студентів. Застосовувана система стимулювання дозволяє вже протягом семестру, тобто задовго до екзаменаційної сесії, побачити картину розподілу успішності СРС у групі, на потоці і оперативно внести потрібні корективи. Спостереження і бесіди зі студентами, а також їхнє анкетування показало, що розроблені на кафедрі матеріали допомагають самостійному вивченню програмного матеріалу, особливо по темах, що відсутні в ряді підручників. Застосовувана система стимулювання СРС передбачає наявність іспиту у кожному семестрі. Проте ефективність розробленої системи зменшується у тих випадках, коли іспиту наприкінці семестру не передбачено.

Таким чином, критично вивчивши і узагальнивши досвід організації СРС, кафедра екології і фізики ДонДУЕТ розробила комплексний підхід до проблеми організації СРС при вивченні фізики, її інформаційне, методичне і матеріальне забезпечення, тощо. Розроблена методика контролю і стимулювання систематичної СРС, видана і впроваджена у навчальний процес велика кількість методичних та дидактичних матеріалів на допомогу студентам стаціонару і заочного відділення, а також слухачам підготовчого відділення до їх СР. Набутий досвід вивчення думки студентів щодо різних аспектів проблеми організації СРС. Розроблений комплексний підхід до організації СРС пройшов експериментальну перевірку і застосовується на кафедрі. У цілому, розроблений комплексний підхід до організації СРС, що містить такі взаємозалежні елементи системи, як інформаційне, методичне та матеріальне забезпечення, методику контролю, оцінки і стимулювання, а також зворотний зв'язок між педагогічним впливом та реакцією студентів, є ефективним і може бути рекомендований у інших вищих навчальних закладах при вивченні фізики.

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ

В.Г. Погребняк, І.Д. Романенко, С.В. Горбань
м. Донецьк, Донецький державний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського
physics@kaf.donduet.edu.ua

Результати навчально-виховного процесу залежать від багатьох факторів: його змісту і структури, методичного і матеріального забезпечення, рівня організації самостійної роботи студентів (СРС), характеру взаємин викладача і студентів та інших. У даній роботі відбиті результати експериментального дослідження, присвяченого вивченню думки студентів молодших курсів з проблеми організації СРС на кафедрі екології і фізики.

Проблема вивчалась методом анкетування. Було проанкетовано 118 студентів першого та другого курсів стаціонару. Анкетування проводилось відповідно до вимог, запропонованих для соціологічних досліджень. Для вивчення кожної з названих проблем була розроблена спеціальна анкета. Анкета містила 29 запитань, що охоплюють різні аспекти організації СРС на кафедрі екології і фізики та альтернативні відповіді до них. Крім вибору із запропонованих варіантів відповідей студенти могли самі конструювати відповідь, а наприкінці анкети висловити у довільній формі свої зауваження, побажання і пропозиції.

Запитання анкети можна розбити на декілька груп. До першої з них відносяться запитання, відповіді на які дозволяють хоча б у першому наближенні оцінити рівень підготовленості студентів, які анкетуються, до навчання у вузі. Виявилось, що 70% закінчили міську загальноосвітню школу. При цьому, основна маса опитаних мають у документах про закінчення середнього навчального закладу відмінні (46%) і добрі (47%) оцінки з фізики. Приблизно 60% студентів вступили до університету, не маючи перерви у навчанні, проте досить багато студентів (19%) мають перерву у навчанні три роки і більше. Ці студенти, особливо на перших порах, повинні одержувати більше допомоги і уваги з боку викладачів. У таких студентів практично відсутні навички навчальної праці, без яких навчання у вузі вкрай утруднене.

Наступна група питань розрахована на з'ясування думки

студентів про ефективність різних видів занять. Так, наприклад, думки студентів з приводу найбільш ефективної форми навчальних занять розподілилися таким чином. Поставили на перше місце по ефективності: лекції – 33% опитаних, лабораторні роботи – 34%, індивідуальні завдання – 17%, практичні заняття – 9%, аудиторна СРС під керівництвом викладача – 7%. Виявилось, що 72% студентів систематично ведуть конспект лекцій з фізики, а 26% ведуть конспектування епізодично. Напередодні наступної лекції тільки 6% студентів систематично переглядають матеріал попередньої лекції, а 37% ніколи цього не роблять. Інші переглядають матеріал попередньої лекції тільки інколи. Якщо врахувати, що інтервал часу між двома послідовними лекціями складає один-два тижні, то при такій “підготовці” до лекції засвоєння нового навчального матеріалу утрудняється, оскільки він слабо пов’язується у свідомості студента із попереднім. Характерні наступні дані: матеріал, запропонований для самостійного вивчення, протягом семестру вивчають тільки 10% студентів. Всю цю роботу виконують при підготовці до іспиту (у період сесії) – 47% студентів, тобто майже половина.

Ціла група питань анкети призначена для з’ясування ставлення студентів до впроваджених у навчальний процес індивідуальних завдань. Результати анкетування показують, що 56% студентів вважають індивідуальні завдання корисними, оскільки вони стимулюють роботу над програмним матеріалом протягом семестру і сприяють його кращому засвоєнню. Приблизно 21% опитаних відносяться до індивідуальних завдань негативно і вважають їхнє виконання пустою витратою часу. Інші 23% студентів не бачать принципової різниці між індивідуальними завданнями та іншими видами занять. Приблизно 43% студентів при виконанні індивідуальних завдань користуються консультацією викладачів або товаришів, а 46% анкетованих на теоретичні питання індивідуальних завдань відповідають самостійно, а задачі переписують у товаришів, але намагаються розібратись у їх рішеннях. І тільки 5% студентів виконують індивідуальні завдання цілком самостійно. Припущення про те, що індивідуальні завдання надмірно складні, не знаходить підтвердження. Тільки 8% студентів вважають їх дуже складними, 87% – переважна більшість, вважають складність індивідуальних завдань нормаль-

ною, а деяка частина студентів (5%) вважають індивідуальні завдання простими.

Цікаве відношення студентів до того, що зміст деяких задач індивідуального завдання випереджає зміст матеріалу лекцій, прочитаних до моменту виконання завдання. Приблизно 17% студентів не надають цьому значення, 36% вважають таке положення неприпустимим, а 47% вважають, що в цьому немає нічого страшного, оскільки таке положення сприяє придбанню досвіду самостійного здобування потрібних знань, і при цьому завжди можна одержати необхідну консультацію. Щодо методики прийому індивідуальних завдань, картина така: методику вважають раціональною і обґрунтованою приблизно 86% опитаних, занадто жорсткою – 10%, а надмірно ліберальною – 4%. При цьому приблизно половина студентів віддають перевагу здавати індивідуальні завдання викладачу, що веде лабораторні заняття, 28% – своєму лектору, і 20% – будь-якому викладачу у зручний для нього час.

Окрему групу складала питання, що відносяться до організації СРС на кафедрі. Так, зокрема, 74% студентів вважають, що години, виділені на кафедрі для захисту індивідуальних завдань, зручні, 16% опитаних з цією оцінкою не згодні, але про це протягом семестру не повідомили, і, нарешті, 10% хотіли б змінити терміни захисту індивідуальних завдань, але їм це зробити не вдалось. Щодо консультацій, студенти висловились таким чином: не користувались консультаціями протягом семестру, оскільки не відчували у них потреби, – 50% студентів, а оскільки не бачили в них користі – 8%; 39% опитаних відзначили, що консультації на кафедрі проводяться добре і приносять студентам користь, а 3% опитаних схвалили консультації, але вважають, що методику їх проведення необхідно поліпшити.

Кілька питань анкети відносились до системи стимулювання систематичної СРС. Цю систему цілком схвалюють 66% анкетованих студентів. Вони вважають, що застосована система стимулювання сприяє систематичній роботі з курсу фізики. Проте 17% студентів відносяться до системи стимулювання негативно, оскільки бачать в ній елемент примушування. Стільки ж студентів висловили своє байдуже відношення до використовуваної на кафедрі системи стимулювання систематичної СР з фізики. У пи-

танні про вільне відвідування лекцій думки студентів розділились так: за вільне відвідування, оскільки це звільняє від необхідності слухати нецікаві лекції, – 26%, за обов’язкове відвідування, оскільки багатьма вільне відвідування лекцій розглядається, як свобода від навчання, – 35%. За вільне відвідування лекцій, але при обов’язковому і реальному забезпеченні умов для СР над програмним матеріалом – 20%. Невелика кількість студентів (4%) вважає, що вони у змозі самостійно вивчити курс фізики і тому вітають вільне відвідування лекцій. Нарешті, 15% – за обов’язкове відвідування лекцій, але при реальній можливості вибору лектора. Отже, у питанні про свободу відвідування лекцій спостерігається широкий спектр думок. Крім складності проблеми, виявляється, на наш погляд, відсутність досвіду вільного відвідування лекцій та вибору лектора.

У питанні про кількість днів, потрібних для підготовки до екзамену з фізики, думки різні. Для 14% студентів – досить 1-2 днів. З іншої боку, 64% опитаних віддають перевагу 4-5 дням. Щодо форми проведення екзамену з фізики, студенти висловили свою думку у таким чином: за усний іспит – 52% студентів. Вони вважають, що при співбесіді є можливість виправити неточність, пояснити свою думку, поліпшити враження відповіддю на додаткове питання. За письмовий іспит, оскільки він стимулює уміння письмово висловлювати свої думки і захищає від можливого свавілля викладача, – 89%. Форма іспиту не має принципового значення, оскільки у будь-якому випадку треба добре підготуватись – так вважає 21% студентів. Цікаво, що приблизно 9% студентів дотримуються думки, що усний іспит “вигідніше” студентам з доброю успішністю, а письмовий – із слабкою, оскільки останні мають великий досвід користування шпаргалками.

Аналіз побажань і зауважень, висловлених студентами наприкінці анкети, дав таку картину. Четверо висловились за вільне відвідування лекцій і суворий контроль. За більш суворий підхід до прийому індивідуальних завдань і лабораторних робіт висловились п’ять осіб. Вони ж вважають за необхідне дотримуватись єдиного підходу у цих питаннях з боку різних викладачів. Десять осіб відзначили, що віддають перевагу усному екзамену з фізики, двоє – письмовому, а один вважає, що іспит просто не потрібен. Шістнадцять студентів оцінюють навчальну роботу

кафедри екології та фізики вище, ніж роботу інших відомих їм кафедр, систему навчання – оригінальною, а лекції – цікавими.

Двадцять три студента відзначили, що вітають використовувану на кафедрі систему індивідуальних завдань і бальну систему стимулювання систематичної СР. При цьому деякі вважають, що при прийомі індивідуальних завдань варто трохи пом'якшити вимоги, а для виконання індивідуальних завдань – збільшити час. Сім осіб висловились проти системи індивідуальних завдань, а двоє вважають, що система стимулювання не до кінця продумана. Складність індивідуальних завдань відзначили двоє осіб, а що індивідуальні завдання мають нормальну складність, зазначив один студент. Троє осіб вважають за необхідне більш органічно зв'язати курс фізики з майбутнім фахом студента, семеро – збільшити кількість лекцій, восьмеро – збільшити кількість практичних занять і лабораторних робіт, декілька осіб пропонують забезпечити навчальною та методичною літературою бібліотеку гуртожитку.

Ряд студентів вважали необхідним висловити подяку або якось висловити своє ставлення до того чи іншого викладача, що ведуть практичні або лабораторні заняття, до змісту лекцій того чи іншого лектора. Троє студентів віддають перевагу вільному вибору викладача, якому можна скласти індивідуальне завдання, один відзначив незадовільне матеріальне оснащення фізичних лабораторій. Двоє студентів висловили побажання, щоб викладачі більш поважно відносилися до студентів. І, нарешті, четверо студентів відзначили, що, на їхню думку, анкета складена вдало. Таким чином, студенти досить компетентно оцінюють стан навчального процесу на кафедрі, мають свою думку і можуть її висловлювати.

Узагальнюючи результати анкетування щодо розглянутої вище проблеми, можна відзначити активну позицію студентів, їхнє бажання бути не просто об'єктом навчання, а молодшими, але повноправними співробітниками навчально-виховного процесу. Відзначимо також побажання студентів, щоб результати анкетування стали надбанням університетської громадськості, тобто були опубліковані.

ЕНЕРГІЯ ЗВ'ЯЗКУ І РАДІОАКТИВНІСТЬ ЯДЕР

М.Н. Половина, Р.С. Тутік, О.А. Щербак
м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет

Поняття енергії зв'язку в розділі “Ядерна фізика” програми середньої школи зазвичай вводиться через дефект маси. На нашу думку більш корисним є енергетичний підхід. Тоді очевидно, що для здійснення реакції поділу ядра на вільні нуклони необхідно додати енергію, бо енергія початкового стану $M(A, Z)c^2$ менша ніж енергія кінцевого стану $[Zm_p + (A-Z)m_n]c^2$.

Ця додаткова енергія і є енергією зв'язку ядра відносно всіх нуклонів

$$\Delta W(A, Z) = [Zm_p + (A-Z)m_n - M(A, Z)]c^2.$$

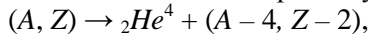
Енергія зв'язку ядра відносно всіх нуклонів завжди додатна і зростає від 2,2 MeV для ядра ${}^1_1H^2$ до 1890,8 MeV для ядра ${}^{100}_{48}Fm^{254}$.

Внаслідок сильної взаємодії між нуклонами маса ядра буде менша маси нуклонів, з яких воно складається

$$M(A, Z) = Zm_p + (A-Z)m_n - \Delta W(A, Z)/c^2.$$

У випадку відокремлення від ядра певних його фрагментів енергія зв'язку по відношенню до цієї реакції може стати від'ємною. Це буде тоді, коли маса початкового ядра більша за масу продуктів реакції.

Так, коли ядро нестійке відносно α -розпаду



енергія зв'язку відносно α -розпаду ΔW_α має вигляд:

$$\Delta W_\alpha = [M({}^4_2He) + M(A-4, Z-2) - M(A, Z)]c^2 < 0$$

і при протіканні реакції виділиться енергія $E_\alpha = |\Delta W_\alpha|$, яка піде на кінетичну енергію α -частинки і ядра віддачі

$$T_\alpha = E_\alpha \frac{M_{яв}}{M_\alpha + M_{яв}}, \quad T_{яв} = E_\alpha \frac{M_\alpha}{M_\alpha + M_{яв}}.$$

Оскільки α -радіоактивними є, в основному, ядра з масовими числами більше 200, то на долю α -частинки припаде приблизно 98% енергії розпаду E_α .

Енергію зв'язку, з огляду на вираз для маси ядра, можна представити через енергію зв'язку початкового ядра і кінцевих продуктів α -розпаду

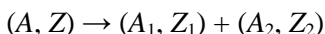
$$\Delta W_{\alpha} = \Delta W(A, Z) - \Delta W({}_2\text{He}^4) - \Delta W(A - 4, Z - 2).$$

Реакція буде енергетично вигідною, як тільки

$$\Delta W(A, Z) < \Delta W({}_2\text{He}^4) + \Delta W(A - 4, Z - 2),$$

тобто, коли з ядра (A, Z) утворюються продукти з більшою сумарною енергією зв'язку.

Цей висновок справедливий і для інших реакцій. Наприклад, реакція поділу ядра

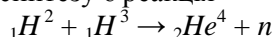


буде енергетично вигідною, якщо

$$\Delta W(A, Z) < \Delta W(A_1, Z_1) + \Delta W(A_2, Z_2).$$

З експериментальних даних відомо, що питома енергія зв'язку $\varepsilon = \Delta W/A$ зростає від 7,1 MeV для $A=4$ до 8,7 MeV для $A=50$ і далі зменшується до 7,4 MeV для $A=240$, складаючи в середньому 8 MeV на один нуклон. Це робить енергетично вигідними для легких ядер реакції синтезу (об'єднання), а для важких ядер – реакції поділу.

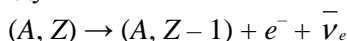
Прикладом реакції синтезу є реакція



з виділенням близько 17,6 MeV енергії.

Застосуємо поняття енергії зв'язку для аналізу реакцій β -розпаду. Спочатку розглянемо типи β -розпадів і умови можливості їх здійснення.

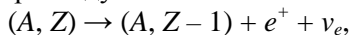
Реакція β -розпаду



дозволена, якщо виконується співвідношення

$$M(A, Z) > m_e + M(A, Z + 1)$$

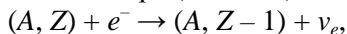
тоді як для реакції β^+ -розпаду



дозвіл на розпад ядра має вигляд

$$M(A, Z) > m_e + M(A, Z - 1)$$

Третім типом β -розпаду є захоплення ядром одного з електронів, які рухаються навколо ядра (e -захват),



що дозволено законом збереження енергії за умови

$$M(A, Z) + m_e > M(A, Z - 1).$$

Очевидно, що переходи між ядрами (A, Z) і $(A, Z - 1)$ можливі як внаслідок β^+ -розпаду, так і при захопленні ядром електрона з орбіти. Прикладом є ядро ${}_{25}\text{Mn}^{52}$, яке перетворюється на ядро

${}_{24}\text{Cr}^{52}$ у 35% випадків в результаті β^+ -розпаду і у 65% – внаслідок e -захвату.

У першому наближенні енергія зв'язку ядра $\Delta W(A, Z)$ повинна бути пропорційна масовому числу A , але більш точно вона описується формулою Вейцекера

$$\Delta W(A, Z) = \alpha A - \beta A^{\frac{2}{3}} - \gamma \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - \xi \frac{\left(\frac{A}{2} - Z\right)^2}{A} + \delta A^{-\frac{3}{4}},$$

де $\alpha=15,75$ MeV, $\beta=17,8$ MeV, $\gamma=0,71$ MeV, $\xi=94,8$ MeV, $\delta=34$ MeV.

Формула Вейцекера слідує з моделі атомного ядра, як сферичної краплі зарядженої рідини радіуса

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

($r_0=1,4 \cdot 10^{-13}$ см) і враховує:

1) лінійну залежність ΔW від масового числа A , що є наслідком короткодії ядерних сил;

2) зменшення ΔW внаслідок:

а) більш слабкої взаємодії нуклонів, що знаходяться на поверхні ядра, пропорційне площі поверхні ядра;

б) електричного відштовхування протонів ядра, енергія якого пропорційна Z^2 ;

в) відхилення від симетрії між числом протонів і нейтронів, тобто, коли $Z - A/2 \neq 0$;

3) збільшення ΔW для ядер з парним числом протонів і парним числом нейтронів (парно-парних ядер).

З урахуванням формули Вейцекера для ΔW залежність маси ядра від Z

$$M(A, Z) = Zm_p + (A - Z)m_n - \frac{1}{c^2} \left[\alpha A - \beta A^{\frac{2}{3}} - \gamma \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - \xi \frac{\left(\frac{A}{2} - Z\right)^2}{A} + \delta A^{-\frac{3}{4}} \right]$$

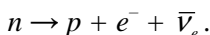
має екстремум у залежності M від Z , що дає змогу визначити найбільш стійкі серед ізобар ядра з умови $\partial M / \partial Z_A = 0$. Цим ядрам відповідає значення:

$$Z_{cm} = \frac{A}{1,98 + 0,015A^{\frac{2}{3}}}.$$

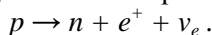
Всі ядра-ізобари, для яких $Z \neq Z_{cm}$, будуть радіоактивними. Отриманий вираз можна переписати у більш зручному вигляді відношення числа нейтронів до числа протонів для стабільного ядра. Цей вираз може бути використаний для дослідження ядер на радіоактивність

$$N_{cm}/Z_{cm} = 0,98 + 0,015A^{\frac{2}{3}}.$$

Якщо для досліджуваного ядра $N/Z > N_{cm}/Z_{cm}$, то таке ядро буде мати надлишок нейтронів порівняно зі стійким ядром, що спричиняє нестабільність ядра відносно β^- -розпаду. При цьому відбувається реакція перетворення надлишкового нейтрона у протон



Якщо ж $N/Z < N_{cm}/Z_{cm}$, то таке ядро має надлишок протонів, тому ядро буде β^+ -радіоактивним і перейде у більш стійкий стан шляхом перетворення надлишкового протона у нейтрон



Наприклад, для ядер ${}_{10}\text{Ne}^{24}$, ${}_{11}\text{Na}^{25}$, ${}_{13}\text{Al}^{29}$, ${}_{15}\text{P}^{33}$ виконується умова $N/Z > N_{cm}/Z_{cm}$ і вони є β^- -радіоактивними, а для ядер ${}_{10}\text{N}^{18}$, ${}_{11}\text{Na}^{22}$, ${}_{13}\text{Al}^{26}$, ${}_{15}\text{P}^{30}$ $N/Z < N_{cm}/Z_{cm}$, тому вони β^+ -радіоактивні.

Ясно, що шляхом зміни співвідношення N_{cm}/Z_{cm} можна стабільні ядра зробити радіоактивними. Вперше це здійснили Ф. Жоліо-Кюрі і І. Жоліо-Кюрі при опроміненні ядер ${}_{5}\text{B}^{10}$, ${}_{13}\text{Al}^{27}$, ${}_{12}\text{Mg}^{24}$ α -частинками. Отримані в результаті реакцій ${}_{5}\text{B}^{10}(\alpha, n)$, ${}_{7}\text{N}^{13}$, ${}_{13}\text{Al}^{27}(\alpha, n)$, ${}_{15}\text{P}^{30}$, ${}_{12}\text{Mg}^{24}(\alpha, n)$, ${}_{14}\text{Si}^{27}$ ядра ${}_{7}\text{N}^{13}$, ${}_{15}\text{P}^{30}$ і ${}_{14}\text{Si}^{27}$ є нестабільними відносно β^+ -розпаду.

Але більш доцільним є утворення штучно радіоактивних елементів шляхом опромінення стабільних ізотопів нейтронами, запропонований Е. Фермі, який широко застосовується у промисловості.

Таким чином, використання співвідношення для N_{cm}/Z_{cm} дає простий спосіб дослідження ядер на радіоактивність, що може бути використано при розгляді питань природної та штучної радіоактивності.

ДВОСТУПЕНЕВА СИСТЕМА ФІЗИЧНОЇ ТА БІОФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ В ВИЩИХ АГРАРНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Ю.І. Посудін

м. Київ, Національний аграрний університет
posudin@nauu.kiev.ua

Дисципліна “*Фізика з основами біофізики*” ставить своєю метою підвищення загальноосвітньої, теоретичної і практичної підготовки студентів сільськогосподарських спеціальностей в області фізики і біофізики. Оскільки лекції з цієї дисципліни згідно з навчальними планами читаються в вищих аграрних навчальних закладах на першому курсі, виникає ряд проблем, пов’язаних в першу чергу з відсутністю у програмі першого курсу загальнобіологічних дисциплін, необхідних для вивчення і розуміння біофізичних проблем. Саме через це виникає необхідність у розробці такої концепції фізичної та біофізичної освіти, яка б дала можливість опанувати основні закони та положення фізики для розуміння загальних закономірностей явищ природи та основних біофізичних проблем, пов’язаних з життєдіяльністю живих організмів.

Якщо викладати першокурснику аграрного закладу просто загальну фізику, то дуже швидко він нудьгуватиме. Але якщо протягом лекції навести приклади, пов’язані з його майбутнім фахом, з життєдіяльністю живих організмів або певними явищами природи, то він починає проявляти певну зацікавленість. Можна, наприклад, пояснити поняття “тиск” студенту ветеринарної медицини через висвітлення механізмів виникнення таких захворювань, як аневризма і тромбоз; студенту-агроному – через розуміння явища осмотичного тиску у рослинах; майбутньому екологу – через оцінку атмосферного тиску. Так само термін “випаровування” можна пояснювати через: можливі шляхи тепловіддачі твариною – студенту-зооінженеру; механізми транспірації рослин – студенту агроному; парниковий ефект – студенту-екологу. Першокурсники з великим інтересом слухають про можливість змії рееструвати зміни зовнішньої температури близько $0,003\text{ }^{\circ}\text{C}$; про здатність таргана реагувати на коливання повітря з

амплітудою, що приблизно дорівнюють діаметру молекули водню; про терморегуляцію тварин тощо.

При розробці курсу “*Фізика з основами біофізики*” на рівні бакалаврату ми поклали в основу таку структуру, яка б передбачала:

- 1) знайомство з основними законами та положеннями загальної фізики;
- 2) розгляд основних фізичних процесів, що характеризують функціонування сільськогосподарських організмів (рослин та тварин) та природні явища;
- 3) механізми впливу різноманітних зовнішніх фізичних факторів (світла, звуку, ультразвуку, інфразвуку, температури, вологості, електричних та магнітних полів тощо) на живий організм та його здатність здійснювати механо-, акусто-, термо-, електро-, магніто- та фоторецепцію, що дає цьому організму можливість взаємодіяти з навколишнім середовищем;
- 4) розуміння принципів дії приладів та можливих прикладних застосувань фізичних методів у сучасному сільському господарстві.

Залежно від процесів, що вивчаються, фізика ділиться на такі розділи: механіка, гідродинаміка, акустика, молекулярна фізика, термодинаміка, електрика, магнетизм, оптика, атомна і ядерна фізика. Отже, згідно з запропонованою концепцією курс містить такі розділи: “Механіка” (основні механічні закони та положення), “Біомеханіка” (механічні процеси та явища у живому організмі), “Механобіологія” (вплив механічних факторів на живий організм та механорецепція), “Прикладна механіка” (механічні методи та прилади у сільському господарстві). І такій градації підлягає кожний розділ.

Дуже привабливе ініціатива ректора Національного університету України академіка Д.О. Мельничука, яка знайшла підтримку в Міністерстві АПК України, упровадити з вересня 2003 р. читання лекцій для студентів-першокурсників англійською мовою. Перші спроби підтвердили життєздатність цієї ідеї. Знайшлися студенти-добровольці та викладачі, що володіють достатньо англійською мовою. Курс “*Фізика з основами біофізики*” також було перекладено на англійську. Сподіваємося, що це почи-

нання знайде своїх прихильників в інших навчальних закладах України.

На основі знань, отриманих на першому курсі, студент буде здатний приступити до вивчення спеціальних біофізичних курсів на магістерському рівні. Тут ми плануємо розробку та впровадження таких дисциплін, як *“Біофізика навколишнього середовища”* для магістрів-екологів; *“Біофізика рослин”* для магістрів напряму *“Агрономія”*; *“Біофізика водного середовища”* – для магістрів напряму *“Водні ресурси та аквакультура”*; *“Методи неруйнівної оцінки якості сільськогосподарської продукції”* для магістрів якості та безпеки продукції АПК. Звичайно, треба починати з навчально-методичного забезпечення навчального процесу. За останні роки кафедрою біофізики Національного аграрного університету видано підручники з основних напрямів фізики та сучасної біофізики: *“Фізика з основами біофізики”* (з грифом Міністерства АПК), *“Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища”* (з грифом Міністерства освіти та науки України), *“Біофізика рослин”* (з грифом Міністерства освіти та науки України), *“Фізика і біофізика навколишнього середовища”*. Готуються до друку підручники *“Методи неруйнівної оцінки якості сільськогосподарської продукції”* та *“Physics with Fundamentals of Biophysics”*.

Така двоступенева система фізичної та біофізичної освіти дасть можливість значно покращити рівень професійної підготовки майбутніх спеціалістів сільськогосподарського виробництва.

ОДИН ИЗ СПОСОБОВ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ СТУДЕНТОВ (НА ПРИМЕРЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ)

И.Н. Пустынникова

г. Донецк, Донецкий национальный университет

elena@dise.donbass.com

Для будущих учителей особенно важно не только понимание ими учебного предмета, но и умение донести его суть до учащихся, т.е. объяснить материал. В научной литературе [4; 6] обычно выделяют пять основных типов объяснения, которые должны присутствовать в арсенале учителя:

- причинное объяснение (раскрывает причинные взаимосвязи между некоторыми явлениями);
- объяснение через закон (устанавливает, в соответствии с каким законом, теорией, моделью возникает или происходит объясняемое явление);
- функциональное объяснение (устанавливает функции, присущие той или иной части системы);
- структурное объяснение (описывает структуру, которая обеспечивает выполнение определенных функций и поведение объясняемой системы в целом);
- генетическое объяснение (раскрывает условия, причины и законы, которые привели к текущему состоянию системы, предмета, явления).

Как известно, объяснить материал нельзя без его понимания. Однако, к сожалению, очень часто «объяснение» начинающим учителем нового материала превращается в воспроизведение формально заученных определений, законов, следствий. При формальном заучивании в памяти остаются лишь не связанные между собой «кусочки», а «несущественные» детали исчезают. В результате такой подготовки молодой учитель не понимает сути предмета и, естественно, не может объяснить ее ученикам.

Студентам физического факультета Донецкого национального университета в течение многих лет читается курс «Дидактическое проектирование компьютерных технологий обучения». Одной из форм учебной деятельности при изучении этого курса

является разработка студентами баз знаний экспертных систем. Одна из целей занятий, посвященных разработке баз знаний, – помочь студентам вникнуть в детали определений, явлений, процессов, «прочувствовать» их механизмы. Если студент сумел «объяснить» суть явления компьютеру, то можно быть уверенным, что он выделил необходимые и достаточные признаки, установил существенные связи между элементами учебного материала, т. е. понял его сам и сможет объяснить другим. Подробно методика построения баз знаний экспертных систем описана в работах [1–3, 5, 7–9].

Элементы этой методики (без применения компьютеров) могут быть использованы при систематизации и обобщении знаний по некоторым темам.

Например, при изучении темы «Изображение в тонких линзах» можно предложить учащимся заполнить таблицу соответствия между событиями (H) и их признаками (S), если в качестве событий рассматриваются, например, такие:

H_1 – предмет находится на расстоянии $d > 2F$ от собирающей линзы;

H_2 – предмет находится на расстоянии $F < d < 2F$ от собирающей линзы;

H_3 – предмет находится на расстоянии $d < 2F$ от собирающей линзы;

H_4 – линза – рассеивающая.

Их определяют в общей совокупности 3 признака (S_i , где $i=1, 2, 3$), которым мы можем приписать значения «да» или «нет», задав такие вопросы:

1. Изображение перевернутое?
2. Изображение увеличенное?
3. Изображение действительное?

Для проверки возможности разграничения (дифференциации) событий с помощью данного набора признаков построим таблицу соответствия между событиями и их признаками.

$S_i \backslash H_j$	H_1	H_2	H_3	H_4
S_1	+	+	–	–
S_2	–	+	+	–
S_3	+	+	–	–

Как видим, каждому событию соответствует определенный (свой) набор ответов. С точки зрения возможности дифференциации событий с помощью выбранных признаков либо признак S_1 , либо признак S_3 являются лишними при построении базы знаний экспертной системы, поскольку ответы на них совпадают для любого события. Иными словами, для построения базы знаний экспертной системы достаточно использовать либо признаки S_1 и S_2 , либо признаки S_2 и S_3 . Однако это выяснилось лишь после заполнения таблицы соответствия.

Если же целью учебной деятельности является не построение базы знаний экспертной системы, а диагностика знаний студента (организация учебной деятельности по физике), то в таблицу соответствия должны быть включены все признаки, характеризующие рассматриваемые случаи построения изображений в тонких линзах.

Литература

1. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы. – Донецк: Изд-во ДООУ, 2002. – 504 с.

2. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение путем построения баз знаний для экспертных систем // Искусственный интеллект. – 1998. – № 2. – С. 42–48.

3. Локтюшин В.В., Пустынникова И.М. Диагностика знань і вмінь студентів за допомогою експертних систем // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2001. – Т. 3: Теорія та методика навчання інформатики. – С. 142–148.

4. Никитин Е.П. Объяснение – функция науки. – М.: Наука, 1970.

5. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – К.: Наук. думка, 1992. – 196 с.

6. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука, 1987. – 283 с. – (Проблемы искусственного интеллекта).

7. Пустынникова И.Н. Построение баз знаний экспертных систем как вид учебной деятельности // Теорія та методика на-

вчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3 т. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 3: Теорія та методика навчання інформатики. – С. 197–202.

8. Пустынникова И.Н. Технология использования экспертных систем для диагностики знаний и умений // Казань *Educational Technology & Society* 2001. - ISSN 1436-4522 <http://ifets.ieee.org/russian>.

9. Atanov G.A., Pustynnikova I.N. Learning by constructing knowledge bases for expert systems // Proceedings of 7th International Conference on Computers in Education. – V.2. – Chiba, Japan. – 1999. – Pp. 555–558.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ В ВУЗОВСКОМ ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

И.Д. Романенко

г. Донецк, Донецкий государственный университет
экономики и торговли им. М.И. Туган-Барановского
physics@kaf.donduet.edu.ua

“Жидкие кристаллы прекрасны и загадочны и поэтому я их люблю”, – так начинает свою книгу о жидких кристаллах П. де Жен [1]. И действительно, в красоте им не откажешь. Плавно изменяя окраску при воздействии различных факторов: температуры, химического окружения, электромагнитного поля и т.д., переливаясь различными цветами радуги при наблюдении их под разными углами, принимая загадочные, красочные орнаменты при наблюдении их в поляризационном микроскопе, они действуют обворожительно и на начинающего исследователя, и на опытного ученого. В большинстве вузовских пособий по курсу общей физики раздел “Жидкие кристаллы” отсутствует. Нет его и в вузовской программе по физике. Но ознакомление с этими прекрасными веществами может успешно осуществляться через лабораторный практикум. В настоящее время исследование структуры и свойств жидких кристаллов ведется широко во всем мире и имеется достаточное количество работ для того, чтобы более подробно ознакомиться с классом этих веществ [2–5]. Не перечисляя всех достоинств жидких кристаллов, их практического использования и перспектив использования в будущем, укажем, что жидкие кристаллы могут с успехом применяться в процессе лабораторного практикума при изучении многих тем: “Фазовые переходы первого и второго рода”, “Поляризация света”, “Оптическая активность веществ”, “Двойное лучепреломление”, “Сегнетоэлектрические свойства веществ” и т.д.

В настоящей работе предлагается использование жидких кристаллов в двух лабораторных работах: “Исследование фазовых переходов в жидких кристаллах” и “Исследование температурно-концентрационной зависимости вращательной способности холестерико-нематической смеси”. Работы рассчитаны на два академических часа каждая.

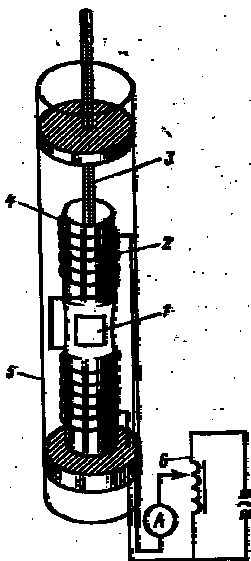


Рис. 1. Установка для исследования цветовой характеристики жидкокристаллической пленки:

- 1 – холестерическая пленка;
- 2 – обмотка нагревателя;
- 3 – термометр;
- 4 – медный цилиндр;
- 5 – кварцевая труба;
- 6 – ЛАТР.

Первая лабораторная работа включает два этапа: построение цветовой характеристики холестерической пленки и построение графиков зависимости температур фазовых переходов от процентного содержания одной из компонент холестерической бинарной смеси. Экспериментальная установка для выполнения первого этапа не сложна в изготовлении и включает нагревательный элемент любой конструкции, рабочее тело – холестерическую пленку, используемую медиками для диагностики воспалительных процессов на коже, и термометр либо термопару с милливольтметром. Один из вариантов установки изображен на рис. 1.

Холестерическая пленка при повышении температуры принимает почти все цвета радуги – от красного до фиолетового. Студенту предлагается построить одноосный график зависимости цвета пленки от температуры. График строится с использованием цветных карандашей или фломастеров. Следует отметить, что хотя указанное выше изменение цветов и не свидетельствует о фазовых переходах в этом веществе, однако оно наглядно демонстрирует, как изменение структуры вещества (изменение шага спирали холестерической структуры) приводит к изме-

нению его физических свойств.

Второй этап несколько сложнее. В температурной камере, один из вариантов которой изображен на рис. 2, размещены в запаянных капиллярах несколько холестерических смесей. Например, можно использовать следующие вещества: 100% ХП+25% ХБ, 50% ХП + 50% ХБ, 25% ХП+75% ХБ, 100% ХБ, где ХП – холестерилпеларгонат; ХБ – холестерилбутират.

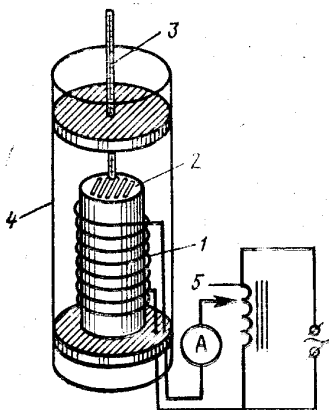


Рис. 2. Установка для исследования температур фазовых переходов жидкокристаллических смесей:

- 1 – обмотка нагревателя;
- 2 – медный цилиндр с пазами для капилляров;
- 3 – термометр;
- 4 – кварцевая трубка, закрытая сверху и снизу (на рисунке не показано);
- 5 – ЛАТР.

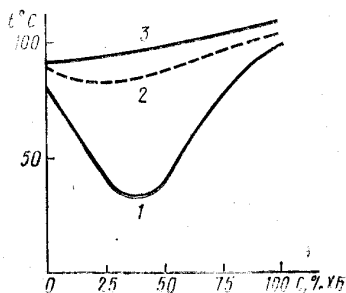


Рис. 3. Зависимости температур фазовых переходов смесей холестерилпеларгоната с холестерилбутиратом в зависимости от процентного содержания последнего:

- 1 – область твердокристаллического состояния;
- 2 – область жидкокристаллического состояния;
- 3 – область изотропножидкого состояния.

Эти смеси удобны тем, что при хорошей смешиваемости имеют значительно отличающиеся температуры фазовых переходов и обладают четко выраженными твердокристаллической, жидкокристаллической (холестерической) и изотропножидкой фазами. Переходы между указанными фазами являются фазовыми.

ми переходами первого рода. Однако при более внимательном наблюдении за веществами можно заметить, что в жидкокристаллическом состоянии эти вещества образуют несколько модификаций, о чем свидетельствует резкое изменение цвета при повышении температуры.

Студентам следует в процессе нагревания, а затем и охлаждения веществ отмечать температуры фазовых переходов всех смесей по изменению их цвета и построить графики зависимости температур фазовых переходов от концентрации одного из компонентов смеси. Твердокристаллическое состояние отличается белым цветом, подобно цвету кристаллов каменной соли, жидкокристаллическое – чаще голубым цветом или каким-либо цветом радуги (иногда мутное, бесцветное), изотропножидкое – прозрачное, бесцветное. Температурно-концентрационные зависимости приведенных выше смесей изображены на рис. 3 (пунктирной линией изображен переход из одной жидкокристаллической модификации в другую).

Целью второй лабораторной работы является закрепление знаний у студентов по теме “Поляризация света” – одной из наиболее трудных тем раздела “Оптика”. Установка для проведения эксперимента собрана на базе поляризационного микроскопа МИН-8 и переделанного под осветитель монохроматора УМ-2. Работу можно проводить в нескольких вариантах: либо определять зависимость вращательной способности вещества от длины волны света, либо определять зависимость вращательной способности холестерико-нематической смеси от концентрации холестерического компонента, либо, наконец, определять температурную зависимость вращательной способности одной какой-либо смеси. В последнем случае на столике микроскопа необходимо смонтировать температурную камеру.

Метод исследований состоит в следующем: исследуемое вещество, например, одна из смесей холестерилпропионата и МББА при малых концентрациях первого (1-10%) помещается на столике микроскопа между двумя тонкими стеклами, образующими клин с тангенсом угла наклона $\text{tg } \alpha = 0,1$. Наблюдение ведется при введенных поляризаторе и анализаторе. Увеличение микроскоп равно 45^{\times} , освещение монохроматическое. В поле зрения микроскопа наблюдаются чередующиеся светлые и тем-

ные полосы, подобные обычным интерференционным полосам равной толщины. Однако эти полосы гораздо дальше расположены друг от друга, чем полосы равной толщины и при выведенном анализаторе не наблюдаются. Поскольку образец освещается монохроматическим плоскополяризованным светом, то получающиеся темные полосы можно трактовать как места, в которых выходящий из образца свет поляризован в плоскости, перпендикулярной главной плоскости анализатора. Стало быть, на длине, равной разности толщин клина в двух соседних местах, где наблюдаются темные полосы, плоскость поляризации луча поворачивается на 180° . Измеряя расстояние l между полосами с помощью специального окуляра с делениями, входящего в набор любого поляризационного микроскопа, можно вычислить вращательную способность:

$$\rho = 180^{\circ} / (l \sin a) \approx 180^{\circ} / (l \operatorname{tg} a) = 180^{\circ} / (0,1l),$$

где a – заданный угол клина. Изменяя длину волны света λ с помощью монохроматора или используя светофильтры при отсутствии монохроматора, можно построить график зависимости $\rho(\lambda)$ для одного или нескольких веществ, а, определяя значение ρ для различных смесей, можно построить график его концентрационной зависимости. Аналогично находится и температурная зависимость $\rho(t)$. Диапазон жидкокристаллической фазы предлагаемых смесей, в котором можно проводить исследования, составляет $15-20^{\circ}$ (от комнатной температуры до $35-40^{\circ}$ C).

Для четырехчасовой лабораторной работы можно включить не одно, а несколько различных заданий. В литературе [6] описана методика определения вращательной способности жидких кристаллов в студенческом лабораторном практикуме с использованием плоско-выпуклой линзы вместо клина. Однако, как показали проведенные нами исследования, этот метод имеет меньшую точность, чем метод клина.

Результаты исследований некоторых холестериконематических смесей приведены на рис. 4 и 5, их погрешность составляет 4-5%. Повышение температуры холестериконематической смеси до точки перехода ее в изотропножидкое состояние приводит к уменьшению вращательной способности смеси вплоть до нулевого значения (см. рис. 4). Опыт наглядно показывает, что повышение температуры способствует ослабле-

нию межмолекулярных связей, молекулярной разупорядоченности, следствием чего и является уменьшение вращательной способности вещества.

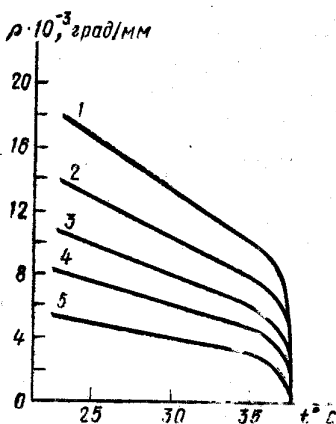


Рис. 4. Зависимости вращательной способности смеси 10% (весовых) холестерилпропионата и 90% МББА от температуры до следующих длин волн: 1 – 390 нм; 2 – 420 нм; 3 – 550 нм; 4 – 616 нм; 5 – 660 нм

На рис. 5 приведены зависимости удельного вращения от длины волны для нескольких тройных холестерико-нематических смесей. Студентам можно предложить исследовать не все, а лишь некоторые из них. Почти все кривые при определенной какой-то длине волны λ_0 (длине волны инверсии) приобретают нулевое значение удельного вращения. При этой длине волны происходит переход вещества из левовращающего в правовращающее.

Если холестерическое вещество (холестерико-нематическую смесь) поместить на черную подложку и осветить его белым светом, то длина волны приобретаемой им окраски при перпендикулярном к веществу наблюдении соответствует значению длины волны инверсии λ_0 . Этим фактом можно увязать первую лабораторную работу (первое задание) со второй. Более подробно о длине волны инверсии можно прочесть в рекомендованной литературе.

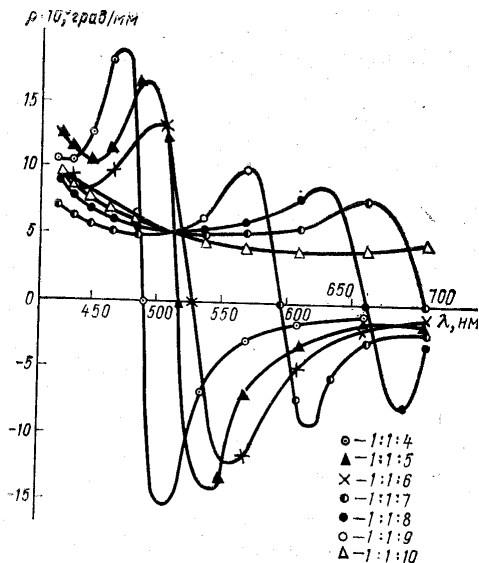


Рис. 5. Зависимость удельного вращения при температуре 22°C для тройных холестерико-нематических смесей холестерилбутирата, холестерилпеларгоната и МББА в молярных отношениях 1:1:4, 1:1:5, 1:1:6, 1:1:7, 1:1:8, 1:1:9, 1:1:10

Литература

1. Де Жен П. Физика жидких кристаллов. – М.: Мир, 1977.
2. Чистяков И. Г. Жидкие кристаллы. – М.: Наука, 1966.
3. Блинов Л. М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. – М.: Наука, 1978.
4. Жидкие кристаллы. – Межвузовский сборник. – Иваново, Изд-во Ивановского государственного университета, 1976-1978.
5. Жидкие кристаллы и их практическое применение. – Межвузовский сборник. – Иваново, 1976.
6. American Journal of Physics, 38, 2, 199-201, 1970.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.Ю. Румянцев^а, Т.А. Серветник^б

г. Магнитогорск, Магнитогорский государственный университет

^а rumyancev_aleksa@mail.ru

^б esenij@mail.ru

Ценность астрономического образования определяется значимостью в становлении мировоззрения и картины окружающего мира в сознании широких масс населения, формировании базовых идей и основных направлений развития науки. Астрономические знания как один из важнейших компонентов научной картины мира существенно необходимы для общего образования, воспитания и развития будущих российских граждан. Необходимость астрономического просвещения подрастающего поколения признается всеми современными педагогами и учеными-методистами.

Современное астрономическое образование подрастающего поколения россиян находится в глубоком кризисе. Качество астрономических знаний выпускников средних и высших учебных заведений неуклонно снижается, что неоднократно отмечалось в докладах и отчетах различных комиссий, критических выступлениях и статьях научной общественности. Эффективность применяемых способов формирования астрономических знаний крайне незначительна. Школьники и студенты недостаточно знакомы с астрофизикой, космогонией и космологией. Следствием слабости формирования научного мировоззрения и скудости астрономических познаний является возрастание интереса к астрологии: место науки в умах подрастающего поколения начинают занимать разные формы суеверий и оккультизма. Это происходит по ряду причин, в том числе:

1. Изучение астрономии в основной школе не предусмотрено базисным учебным планом; в условиях профильной дифференциации астрономия исключается из списка учебных предметов в большинстве средних учебных заведений. Объем, содержание и число часов, отводимых на изучение астрономии в различных типах учебных заведений, созданных на базе общеобразова-

тельных школ, существенно различны даже в рамках одного типа заведений. Количество школ, в которых астрономия преподается в XI классе как компонент регионального или местного образования, постоянно сокращается. Отсутствует внимание к вопросам преподавания астрономии в школе со стороны органов народного образования. Нет контроля за качеством преподавания астрономии, нет учителей-методистов. Во многих учебных заведениях не хватает учебных и наглядных пособий, методической литературы и даже учебников. Пособие «Методика преподавания астрономии в средней школе» не переиздавалось с 1985 года.

2. В вузы поступают студенты, не знающие основ астрономии. Уменьшение числа часов, предусмотренных новыми учебными программами на изучение курса общей астрономии («астрофизики»), затрудняет применение в учебном процессе учебников, изданных в 80-е годы (П.И. Бакулина и др.), не только содержательно устаревших, но и ставших для педвузов «слишком обширными и подробными». В 90-х годах XX века был сделан ряд важных открытий в астрономии (коричневые карлики, внесолнечные планетные системы, транснептуновые объекты и т.д.) и в космонавтике. Изменились, дополнились и углубились знания об эволюции звезд, планетных систем, черных дыр и других космических объектов, и по космологии Вселенной. Все это не нашло пока достаточного освещения в учебниках астрономии и соответствующих учебных пособиях как для школы, так и для педагогических вузов. Новый учебник общей астрономии для педвузов (Э.В. Кононовича, В.И. Мороза) слишком велик по объему и не получил заметного распространения, он практически недоступен для студента по причине высокой цены. Поскольку курс общей астрономии («астрофизики») физических и физико-математических факультетов продолжает уменьшаться, современные выпускники высшей школы знают астрономию все хуже и хуже.

3. В системе высшего образования современной России больше нет специализации «учитель физики и астрономии». Дидактика астрономии в педвузах не преподается вообще. Все это делает невозможным качественную подготовку учителей не только астрономии и интегративного курса «физика и астроно-

мия», но и существенно ухудшает уровень естественнонаучного образования учителей физики. Будущие учителя не получают должной подготовки по своему предмету и не владеют в достаточной степени методикой его преподавания.

Астрономическая неграмотность большинства выпускников не только средних, но и высших учебных заведений становится почти неизбежной.

Маловероятно, что в ближайшие годы вышеперечисленные причины критического состояния астрономического образования будут исправлены хотя бы на государственном уровне министерских указаний, тем более что эти обострившиеся десятилетиями проблемы в приказном порядке не решить.

Что можно делать для улучшения астрономического образования подрастающего поколения сейчас?

1. Улучшить специальную и методическую подготовку учителей астрономии, создав единую систему астрономической образования для студентов физико-математических (физических) факультетов педвузов. Для этого поэтапно:

– увеличить объем и расширить содержание курса общей астрономии в вузах в целом до 130-180 часов, в том числе лекционных занятий до 60-80 часов (в том числе: астрометрия и небесная механика – 10-20 ч.; космонавтика – 10 ч.; астрофизика – 40-50 ч.; космогония и космология – 10-20 ч.) за счет некоторого сокращения числа лабораторных занятий;

– разработать и ввести в учебный процесс новые учебники общей астрономии для педвузов, учитывающие реалии современной жизни;

– ввести в учебные планы подготовки учителей физики всех специализаций изучение основ методики преподавания астрономии («физики и астрономии») в средней школе в объеме 20-30 часов для всех студентов и в объеме 60-100 часов в форме спецкурса для желающих преподавать астрономию в школе после окончания вуза;

– начать подготовку учителей астрономии на факультетах дополнительных профессий (индивидуальной специализации) и затем вернуть в учебные планы физических факультетов педвузов специализацию «учитель физики и астрономии»;

– качественно улучшить соответствующую подготовку учи-

телей физики и астрономии на курсах усовершенствования учителей.

2. Сделать астрономические знания обязательным компонентом обучения школьников, внося в федеральный Стандарт образования для средних учебных заведений соответствующие изменения. Неважно, как у детей будут формироваться астрономические знания – при изучении отдельного учебного предмета «астрономия» или в рамках интегративного курса «физика и астрономия», поскольку мировой опыт свидетельствует:

1) Качество астрономического образования учащихся не зависит от того, сообщаются ли астрономические знания в рамках отдельной учебной дисциплины или при изучении интегративного курса.

2) Нет жесткой зависимости между количеством часов, отведенных на изучение курса астрономии, и качеством усвоения основных астрономических знаний.

3. Развитие методических основ дидактики астрономии, совершенствование методики сообщения астрономических знаний подрастающему поколению. В качестве наиболее перспективных методических идей можно назвать работы А.В. Кавтарадзе, А.Г. Мирзаяна, Г.Н. Степановой, А.В. Усовой, В.Ф. Шаталова и других выдающихся ученых и методистов. К сожалению, их использование в преподавании астрономии затрудняется уже тем, что: а) большинство молодых учителей астрономии ими не только не владеют, но и вовсе с ними не знакомы; б) для адекватной реализации этих идей нужно частично или полностью перестроить преподавание предмета, что требует больших затрат времени, сил и поддержки школьной администрации.

В связи с этим на местах, с учетом исчезновения ВАГО из жизни преподавателей астрономии, желательно создавать городские, районные, областные и региональные Ассоциации с целью консолидации сил учителей астрономии и физики, городских и районных методистов, преподавателей астрономии педвузов и астрономической общественности для улучшения астрономического образования и формирования научного мировоззрения учащихся школ и студентов вузов. В задачи работы Ассоциаций могут входить: 1) обмен опытом и информацией, полезной для организации учебного процесса; 2) повышение квалификации

учителя астрономии и физики; 3) взаимный обмен (передача во временное пользование) соответствующей научной, научно-методической, справочной литературой, наглядными пособиями и приборами, применяемыми в процессе преподавания астрономии и осуществления межпредметных связей астрономии и дисциплин естественно-математического цикла в начальном, среднем и старшем звене обучения; 4) астрономическое просвещение, активная пропаганда научных знаний и борьба с суевериями среди широких масс населения при помощи средств массовой информации: газет, телевидения (организация серии популярных передач по местному телевидению и радиовещанию), проведения общественных лекций (по линии общества «Знание») и т.д.

Представляет интерес новый вариант построения системы астрономического образования подрастающего поколения, основанный на идее:

Астрономия для предмета, а не предмет для астрономии.

Почему нужна астрономия? Для чего нужна астрономия?

Нужно выяснить (обозначить) «экологическую нишу» астрономических знаний в системе педагогики (учебных и иных дисциплин, составляющих основу системы дошкольного воспитания, начального и среднего школьного образования и обучения в педвузах), а также основ наук, обеспечивающих существование и развитие системы народного образования (психология, медицина и т.д.).

В ходе учебно-методического анализа содержания дошкольного, школьного, внешкольного и вузовского образования необходимо вести поиск не тех отдельных мест в отдельных предметах, куда можно включить астрономический материал с наибольшей пользой для его восприятия, а тех, где изучение астрономического материала не только уместно, но и существенно необходимо и дает наибольший эффект для реализации как общих, так и частных целей и задач обучения, воспитания и развития подрастающего поколения.

Преподавание астрономии в средних и высших учебных заведениях, **сообщение системы астрономических знаний подрастающему поколению не самоцель, а средство его образования, воспитания и развития, подготовки к будущей трудовой и общественной деятельности в общем и целом, и формиро-**

вания научной картины мира и научного мировоззрения учащихся в частности.

Содержание, структура и методика формирования системы астрономических знаний определяются:

1. Общим подходом к образованию подрастающего поколения: стратегическими и тактическими целями и задачами образования, воспитания и развития.

2. Особенности формирования научной картины мира и научного мировоззрения учащихся.

Надо определиться, что и как может дать предложенная к изучению астрономическая информация и специфические методы работы с ней для формирования: 1) общеучебных знаний, умений и навыков? 2) общего и специального развития учеников? 3) научной картины мира? 4) научного мировоззрения?

В свете вышесказанного астрономические знания должны использоваться для того, чтобы научить учиться: отличать (выделять) полезную информацию из всей ее совокупности; искать ее; овладеть ею; работать с ней. В число функций учебника входят: как формирование системы предметных и методических знаний, так и формирование учебных умений (работы научными понятиями, с текстом, таблицами, схемами и графиками, составления системного рассказа, проведение самоподготовки знаний и т.д.).

Реформа школьного и вузовского курсов астрономии должна быть основана на внедрении передовых педагогических и психологических идей и технологий. Необходимо отказаться от значительной части традиционных способов изучения материала с глубокими изменениями в его содержании, заменить рассмотрение множества частных объектов и явлений на изучение укрупненных самостоятельных базовых единиц знаний, существенно необходимых для формирования более широких и общих общенаучных понятий – «общего сущностного»; формировать систему астрономических понятий при широком использовании межпредметных связей.

При написании учебников и учебных пособий нужно исходить из общей концепции астрономического образования, целей и задач школьного и педвузовского астрономического образования.

Цель преподавания астрономии в современных средних учебных заведениях – формирование научного мировоззрения и научной картины мира в сознании учащимся на основе поэтапного, на протяжении всех уроков изучения данной темы, формирования системы астрономических знаний о космических объектах, космических явлениях и космических процессах.

Школьное обучение должно осуществляться на основе применения дидактического комплекса, включающего:

1. Учебник, предусматривающий вариативность работы для учащихся с различной учебной ориентацией и не менее 2-х уровней изучения материала (основной и расширенный). Строится из относительно краткой теоретической части, обладающей высокой информационной емкостью и более обширных «Приложений», содержащих дополнительный материал по всем разделам учебника.

2. Методическое пособие для учителей.

3. Дидактические материалы.

4. Рабочую тетрадь для учащихся.

5. Творческую тетрадь для учащихся.

6. Средства наглядности: наборы фотографий, диапозитивов, кодограмм, видео- и аудиоматериалы, включая фонограммы музыки для соответствующих уроков и их отдельных этапов.

Каким, предположительно, должен стать новый учебник астрономии (может быть, следует вернуть школьному курсу астрономии старое и более ему соответствующее название «космографии»: «космос» – «Вселенная» + «графос» – «описание»)? В нашем понимании он состоит из 3 основных частей:

1. Вводная, пропедевтическая, оговаривающая основные термины и формирующая начальные понятия, занимает до 10% от общего объема информации: «Определение астрономии. Вселенная. Объекты познания астрономии (космические объекты (космические тела и космические системы), космические явления и космические процессы). Методы и инструменты астрономических исследований (основные принципы, классификация, особенности). Главные разделы астрономии. Связь астрономии с другими науками. Основные этапы развития астрономии».

2. Основная (базовая) предназначена для формирования системы общих астрономических знаний, занимает 90% от общего

объема информации. Пишется кратко, сухо, лаконично, основываясь на требовании «максимум информативности при минимуме текста». Содержит материал:

а) Вселенная. Космические объекты: космические тела и космические системы. Общая классификация. Основные типы, классы и группы космических тел, их главные физические характеристики и свойства (сходства и различия как основания классификации).

б) Космические процессы возникновения, существования, взаимодействия и развития космических объектов.

в) Космические явления. Космическо-земные связи. Небесные явления.

3. Дополнительная: обширный дополнительный и справочный материал по всем вопросам курса. По объему может в 1,5-2 раза превышать основную часть учебника. Написана живым, образным, приятным для чтения языком, содержит разнообразную, в т.ч. занимательную, наиболее интересующую учеников информацию.

Под руководством и контролем учителя (в классах с высоким уровнем подготовки – самостоятельно) данный материал анализируется, систематизируется, организуется в определенную упорядоченную систему, обобщается. Итогом урока являются полные определения формируемых понятий; итогом системы уроков являются законченные знания по данному вопросу (решение этой проблемы).

В условиях неизбежного дефицита учебного времени практически каждый урок должен предусматривать усвоение учениками отдельной относительно завершенной «порции» астрономического материала. Процесс обучения должен быть оптимизирован. Структура урока должна учитывать динамику психофизиологического состояния учащихся.

Формирование понятий, умений, навыков осуществляется по обобщенным планам деятельности, поэтапно, по принципу поэлементно-поэтапного подхода: каждый этап представляет собой последовательность элементарных умственных и материализованных действий ученика под руководством учителя, заранее планирующего все эти микро- и макроэтапы познания.

Все учебные пособия должны отражать содержание астро-

номического образования учащихся в единстве с аппаратом его усвоения с учетом психофизиологических возрастных особенностей обучаемых. Для эффективной работы с обучаемыми на протяжении всей учебы применяется документация, фиксирующая итоги психолого-педагогического изучения поведения, деятельности и индивидуальных способностей личности учащегося. Следует увеличить число различных видов вспомогательного учебного материала, шире использовать внетекстовые компоненты – задания и иллюстрации, организующие ориентацию в материале и его усвоение. Уделить большое внимание оптимизации занятий с применением обучающих (развивающих) программированных заданий. Широкое использование на уроках может иметь метод самопроверки и взаимной проверки знаний и умений учащихся. Его достоинства: 1) в работе участвует весь класс; 2) каждый ученик на 1 уроке получает несколько отметок; 3) самостоятельные работы выполняются за четверть часа урока, на выполнение контрольной работы тратится менее половины урока; 4) повышается интерес к знаниям, своим способностям, к учебе; 5) совершенствуется их умение работать с информацией; б) ученик испытывает себя в роли учителя.

Автор учебника астрономии для школы должен учитывать то, что уроки по нему будет вести некомпетентный и ленивый учитель. Значит, он должен быть написан: а) настолько интересно, чтобы ученик сам захотел его читать и, читая, – стал незаметно для себя усваивать содержащуюся в тексте информацию; б) доступным пониманию школьника – так, чтобы ему не требовалось просить пояснений у учителя; в) содержательным, обеспечивающим базовый минимум необходимых астрономических знаний образованного человека и при этом удовлетворяющим познавательные потребности подростков данного возраста.

Преподавание астрономии в педагогических вузах преследует три цели: 1) формирование системы базовых астрономических знаний; 2) формирование научного мировоззрения будущих педагогов на основе знаний о Вселенной; 3) подготовка будущих учителей к профессиональной деятельности – преподаванию школьного курса астрономии («физики и астрономии»).

В свете сложившихся обстоятельств для подготовки учителей астрономии средних учебных заведений требуются новые

программы курса общей астрономии и новые учебные пособия. Основными требованиями к учебнику общей астрономии должны стать: дифференцированность, предусматривающая изучение предмета как по курсу-минимуму (30-40 часов лекций), так и по курсу-максимуму (120-150 часов лекций); сообщение новейших данных по астрономии; высокая информационная емкость при сравнительно небольшом объеме книги.

Насущной проблемой остается создание учебника по методике преподавания астрономии для студентов педвузов, содержащего сведения по работе учителя по новейшим программам курсов астрономии и «Физики и астрономии».

При чтении курса астрономии в педвузе надо учитывать, какие учебники будут использовать в своей работе будущие учителя. Учебник астрономии для педвузов обязан: а) обеспечивать астрономическую грамотность будущих учителей; б) быть для них научно-методическим подспорьем, опорой в будущей работе.

Он должен быть учебно-методический комплексом, включающий в себя: 1) основной (лекционный) материал в объеме, определяемом Стандартом высшего образования для данной учебной дисциплины; 2) дополнительные сведения по основным разделам астрономии, таблицы и схемы, темы докладов и рефератов, списки литературы для проведения семинарских и практических занятий; 3) материал для проведения семинарских и практических занятий; 4) образцы решения основных видов заданий, задачи и вопросы по каждому разделу курса; 5) инструкции по проведению лабораторных работ (астрономических наблюдений); 6) методические рекомендации по проведению уроков в школе. Поэтому структурное совпадение школьного и педвузовского учебника астрономии не имеет значения: они коренным образом рознятся по назначению, целям и задачам, рассчитываются на разный возраст обучаемых, разный уровень их физико-математической подготовки, информационную емкость текста и т.д.

Многие учителя и преподаватели вузов, ученые полагают, что главное в учебнике – это его содержание и структура. Мы же считаем, что без правильно поставленной методики формирования знаний человек не сможет овладеть их содержанием, каким

бы интересным и полезным оно не было, и наоборот: профессиональный методист способен обучать на любом, сколь угодно убогом по содержанию и структуре учебнике или даже любой не предназначенной для обучения книге.

Обучаемый должен понимать, зачем он изучает тот или иной материал: для общего развития, для того, чтобы лучше понимать сообщаемое в дальнейшем и т.д. Помимо основного материала, обязательного для изложения, каждая лекция (за исключением вводной) включает в себя дополнительный материал справочного характера, выделенный мелким шрифтом. Рекомендуется домашнее задание, проверяемое на семинарах и практических занятиях, в ходе самопроверки или взаимопроверки работ обучаемых. В каждой лекции, при планировании каждого семинара или практического занятия обучаемый должен обретать дополнительные знания и умения по работе с информацией, которые могут пригодиться ему везде: от дальнейшей учебы до повседневной жизни. Например: Лекция 1: пример чтения «классических» лекций. Первые практическое занятие учит анализировать и определять научные понятия, работать с лекционным материалом, книгами, составлять опорные схемы. Лекция 3: практическая отработка умения конспектировать лекции. Первые семинарские занятия: учат выступать, дискутировать, защищать свою точку зрения, обсуждать и т.д. Лекция 4 «с ошибками» учит внимательности, критичному восприятию материала, объяснять причины ошибок. Лекция 5 учит анализировать и систематизировать материал, составлять таблицы и схемы. Семинар 5 учит составлению планов-конспектов уроков, а две последующие лекции служат полигоном для отработки умений вести урок. Лекция 9 показывает, как ученые классифицируют объекты науки. Лекции-беседы демонстрируют методы формирования фундаментальных научных понятий ... и т.д.

При изложении астрономического материала на всех занятиях обучаемые ведут работу «на развороте тетрадного листа». Эта работа позволяет параллельно формировать умения:

1. Конспектировать лекции преподавателя с использованием системы опорных сигналов. Конспект записывается на левом листе тетрадного разворота.
2. Работать с книжным текстом как источником информации.

Для этого дома обучаемые конспектируют содержание соответствующего параграфа учебника, записываемого напротив конспекта лекции преподавателя на правом листе тетрадного разворота.

3. Умение анализировать и давать определения научных понятий. В ходе изучения курса астрономии обучаемые составляют словарь астрономических терминов. На первых занятиях выделенные определения понятий выписываются из текста; на следующем этапе работы с понятиями определения со специально допущенными ошибками нужно будет исправлять и дополнять перед включением в словарь; затем ученикам предстоит научиться самим составлять определения понятий на основе материала соответствующего параграфа учебника; на завершающем этапе работы им нужно будет искать материал для определения понятий не в данном пособии, а в любых других письменных источниках. Словарь должен включать список рекомендуемой литературы по каждому из вопросов.

В течение учебного года каждый обучаемый создает «свой» личный учебник астрономии.

Все вышеперечисленные идеи и положения легли в основу нашей книги «Астрономия: учебно-методическое пособие для преподавателей астрономии, студентов педагогических вузов и учителей средних учебных заведений», которую Магнитогорский государственный университет готовит к публикации. Она полностью соответствует реальным особенностям преподавания астрономии в педвузах современной России, имеет относительно небольшой объем и содержание, соответствующее программам учебных курсов «астрофизики» физических и физико-математических факультетов педвузов и формирует умения работы с источниками различной информации: литературой, таблицами, схемами, научными понятиями.

Книга имеет следующее содержание:

Введение.

Лекция 1. Астрономия. Предмет астрономии. Основные разделы астрономии. Этапы развития астрономии. Связь астрономии с другими науками.

Практическое занятие 1. Научные понятия науки астрономии. Формирование умения работать с определениями научных

понятий.

Практическое занятие 2. Изучение науки астрономии: формирование умения работать с книжным текстом и строить опорные схемы.

Лекция 2. Астрономические исследования. Методы и приборы астрономических исследований. Угломерные приборы. Телескопы: основные схемы и характеристики.

Практическое занятие 3. Астрономические исследования. Телескопы.

Семинары 1-2. История астрономии.

Лекция 3. Основы сферической астрономии. Основные круги, линии и точки небесной сферы. Системы небесных координат. Движение небесных светил. Условия наблюдения небесных светил и явлений.

Лекция 4. Время и календарь. Время. Единицы измерения и счета времени. Календари. Летоисчисление.

Практическое занятие 4. Ознакомительные наблюдения звездного неба. Основные круги, линии и точки небесной сферы. Ориентация и определение широты местности по Полярной звезде. Основные созвездия и звезды осеннего неба. Лабораторные работы.

Лекция 5. Небесные явления. Затмения, прохождения и покрытия небесных светил. Видимое движение и конфигурации планет. Атмосферные явления.

Практическое занятие 5. Задачи астрометрии.

Семинар 3. Диспут «Астрология – наука или лженаука?»

Лекция 6. Основы небесной механики. Движение космических тел в центральных полях тяготения. Законы Кеплера. Возмущения.

Практическое занятие 6. Определение космических расстояний, размеров и масс космических тел. Решение задач по небесной механике.

Лекция 7. Теоретические и практические основы космонавтики.

Семинар 4. История космонавтики.

Лекция 8. Основы астрофизики. Космические объекты. Физика космоса. Классификация космических объектов. Основные типы космических тел.

Лекция 9. Планетные тела и системы. Классификация планетных тел. Планетные системы. Образование планетных систем.

Лекция-семинар 10. Методика преподавания астрономии в средней школе. Составление планов и конспектов уроков.

Лекции-семинары 11-12. Земля – планета Солнечной системы. Мир Солнечной системы. Основные физические характеристики, строение, рельеф, гидросфера и атмосфера. Тепловой баланс. Эволюция Земли. Проблемы планетарной экологии. Солнечная система. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Планетоиды: Луна и другие спутники планет. Метеороиды: астероиды, кометы, кентавры. Метеоры, болиды, метеориты. Проблемы метеороидной бомбардировки Земли.

Практическое занятие 7. Наблюдения Луны и планет. Основные созвездия и звезды зимнего неба. Лабораторные работы.

Лекция 13. Солнце. Основные физические характеристики Солнца. Энергетика Солнца и звезд. Солнечная активность.

Практическое занятие 8. Наблюдения Солнца. Лабораторные работы.

Семинар 5. Солнечно-земные связи.

Лекция-беседа 14. Звезды. Определение физических характеристик звезд.

Лекция-беседа 15. Рождение, жизнь и смерть звезд. Космическая среда и туманности. Космические процессы возникновения и эволюции звезд. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры.

Практическое занятие 9. Решение задач звездной астрофизики.

Практическое занятие 10. Наблюдения звезд, звездных скоплений, туманностей и галактик. Основные созвездия и звезды весеннего неба. Лабораторные работы.

Семинары 6-7. Жизнь и Разум на Земле и во Вселенной

Лекция 16. Галактика: основные физические характеристики, структура и свойства. Круговорот космического вещества.

Лекция 17. Галактики. Основные физические характеристики, структура и свойства. Классификация галактик. Рождение галактик.

Лекция 18. Вселенная. Вселенная, движение, пространство и

время с точки зрения философии. Вселенная с точки зрения физики. Основы космологии. Мини-Вселенная и Метагалактика: основные физические характеристики и свойства. Антропный принцип.

Практическое занятие 11. Решение задач внегалактической астрономии.

Семинар 8. Ноокосмология.

Методика проведения завершающего занятия.

Приложения: Универсальная астрономическая анкета.

Список рекомендуемой литературы.

Вывод: уровень астрономических знаний выпускников средних и высших учебных заведений будет адекватен современным требованиям лишь по мере решения триединой задачи: 1) массовой подготовки учителей физики, обладающих необходимыми познаниями по астрономии и владеющих методикой ее преподавания в условиях дифференцированного и интегрированного обучения; 2) разработки методики сообщения астрономических знаний учащимся средних учебных заведений в рамках интегративного курса и отдельным учебным предметом, массового издания соответствующих методических пособий; 3) включение основных вопросов астрономии в Базисный план и иные нормативные документы основной и средней школы. Временной мерой должно стать создание дидактических комплексов, которые могли бы полностью компенсировать профессиональную некомпетентность современных учителей астрономии.

ПРО МЕТОДИКУ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ М.М. БОГОЛЮБОВА В КУРСІ “ТЕРМОДИНАМІКА Й СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА”

Є.Д. Солдатова

м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний
університет
soldat@dsu.dp.ua

Проблема багатьох взаємодіючих частинок, яка є однією з основних проблем сучасної фізики, являє собою важливий і важкий у методичному відношенні розділ курсу “Термодинаміка й статистична фізика”.

Традиційним методом розгляду реального газу є комбінований метод Майєра-Урсеєла, що обчислює для газу нейтральних частинок віріальні коефіцієнти рівняння стану.

В курсі ми обчислюємо тільки перший віріальний коефіцієнт, бо вже обчислення другого віріального коефіцієнту надзвичайно громіздке і потребує багато часу. Як відомо, метод Майєра-Урсеєла неможливо застосувати для досить густих газів, рідини, а тим більш кристалічного стану, і він не дає можливості перейти до кінетики. Більш того, його не можна застосувати для систем заряджених частинок (кулонівська взаємодія) через розбіжність відповідних інтегралів. Для розгляду цих систем потрібно користуватися іншими методами.

Звичайно ж, такий виклад не дає загального уявлення про настільки важливу проблему. В методичному відношенні є привабливим метод, який з найбільш загальної постановки задачі, дозволяв би як частинні випадки отримати відомі, вирішені питання і давав перспективу вирішення більш складних задач і проблем.

При розгляді основних положень статистичної фізики таким методом є метод Гіббса, з якого випливає класичний метод Максвелла-Больцмана і який узагальнюється на квантовий випадок, даючи квантово-механічні розподіли Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака.

Для розкриття проблеми багатьох взаємодіючих частинок є такий же загальний метод кореляційних функцій М.М. Боголю-

бова, викладений їм в монографії “Проблемы динамической теории в статистической физике” у 1946 р.(див. [1]). Характерною особливістю теорії Боголюбова є введення на основі методу Гіббса послідовності функцій розподілу, що характеризують імовірнісні розподіли для комплексів ρ ($\rho=1, 2, \dots$) молекул. Для цих ρ -частинкових кореляційних функцій F_ρ вводиться система інтегро-диференційних рівнянь – ланцюжок рівнянь Боголюбова. В класичному рівноважному випадку він має вигляд

$$\theta \frac{\partial F_\rho}{\partial q_1^\alpha} + \frac{\partial U}{\partial q_1^\alpha} F_\rho + \frac{1}{v} \int \frac{\partial \Phi(|q_1 - q_{\rho+1}|)}{\partial q_1^\alpha} F_{\rho+1} dq_{\rho+1} = 0,$$

де $U = \sum \Phi_{ij}$ – потенціал парної взаємодії, $v = \frac{V}{N}$ – об’єм на одну частинку, θ – модуль канонічного розподілу, q – узагальнена координата.

Цей ланцюжок рівнянь для рівноважних функцій розподілу визначає всі рівноважні властивості системи і дозволяє розв’язати задачу в принципі для будь-якого числа частинок, що зіткаються. Кожне з цих рівнянь не є замкненим. Щоб обірвати ланцюжок і отримати замкнені рівняння для ρ -частинкової функції розподілу слід наближено виразити $(\rho+1)$ -частинкову функцію через ρ -частинкову. Виявляється, що у ряді важливих випадків ці рівняння містять малий параметр, і ми можемо отримати асимптотичні наближення шляхом розвинень за степенями цього параметра. На якому по порядку рівнянні потрібно обірвати ланцюжок, і як виразити $F_{\rho+1}$ через F_ρ , залежить від фізичної системи, характеру наближення, і вирішується в кожному конкретному випадку.

Звичайно, в курсі слід розглянути найбільш простої в математичному відношенні випадок – випадок бінарної функції. При цьому розчеплення ланцюжка рівнянь проводиться в двох найбільш характерних і цікавих фізичних випадках:

1. Газ нейтральних частинок (системи з короткодією). Тут розвинення за характерним малим параметром $\frac{1}{v}$ приводить до віріального розвинення, тобто до методу Майєра.
2. Повністю іонізований газ, кулонівська взаємодія (системи з дальнодією); тут малий параметр $\frac{v}{r_D}$ (r_D – екрануючий ра-

діус Дебая). Цей випадок степеневого розвинення дає формули Дебая в теорії сильних електролітів.

Цікаво також, що цей метод дає узагальнення на випадок кінетичних явищ. Розглядаючи, як і у випадку рівноваги, газ нейтральних частинок і повністю іонізований газ, ми отримуємо відоме газокінетичне рівняння Больцмана (короткодія), одне з основних рівнянь кінетичної теорії, і рівняння самоузгодженого поля Власова (дальнодія), яке описує плазму.

Таким чином, ми бачимо, що найбільш цікаві і важливі задачі статистичної теорії рівноважних явищ і теорії кінетичних явищ можна отримати на основі єдиного методу М.М. Боголюбова.

В курсі також важливо підкреслити, що хоча нами розглядались системи однакових частинок, метод може бути узагальнений і на випадок систем, які складаються з частинок різних сортів. Теорія припускає і квантове узагальнення, якщо замість функції розподілу ввести оператори густини для комплексів ρ -частинок.

Метод Боголюбова є на даний час найбільш розповсюдженим і перспективним методом в статистичній фізиці; він, як ми бачимо, розкриває цілу гаму різноманітних застосувань. Тому, вивчаючи його, студенти не тільки на основі єдиного методу розглядають питання, передбачені програмою, але й, що дуже важливо, готуються до самостійної роботи над науковими статтями і монографіями. Можна пропонувати курсові й дипломні роботи на відповідні теми, залучати студентів до наукової роботи в ряді напрямків, пов'язаних з методом Боголюбова.

Одним з таких напрямків є застосування методу до вивчення кристалічного стану.

Отже, застосування методу Боголюбова в курсі “Термодинаміка й статистична фізика” має безсумнівні переваги в методичному відношенні, готує студентів також до самостійного вивчення наукових статей і монографій.

Література

1. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике // Избранные труды в 3-х томах, т. 2. – К.: Наукова думка, 1970.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ И УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

А.И. Спольник, М.А. Чегорян, И.В. Волчок
г. Харьков, Харьковский государственный технический
университет сельского хозяйства
volchok@kharkov.org

Уравнения движения дают возможность проследить за эволюцией системы во все последующие времена, если заданы начальные условия. К числу уравнений движения относятся, прежде всего, уравнения Ньютона:

$$F_x = m\ddot{x}, \quad F_y = m\ddot{y}, \quad F_z = m\ddot{z}. \quad (1)$$

Это система дифференциальных уравнений второго порядка, из которой можно найти траекторию любой движущейся системы, когда силы, действующие на неё, известны.

Уравнения Ньютона, записанные в форме

$$F_x = \dot{p}_x, \quad F_y = \dot{p}_y, \quad F_z = \dot{p}_z, \quad (2)$$

инвариантны относительно преобразований Лоренца и описывают релятивистские движения.

Явления, происходящие в микромире, описываются уравнением Шредингера:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H} \psi. \quad (3)$$

Анализ решения уравнения Шредингера привел к выводу о том, что такой однозначности в ответе на вопрос об эволюции системы, как давали уравнения Ньютона, в квантовой физике, в принципе, быть не может. Это связано со своеобразием микрообъектов, проявляющемся в том, что все они обладают волновыми свойствами.

Законы сохранения в механике непосредственно вытекают из второго и третьего законов Ньютона. Они же могут быть получены из свойств симметрии пространства и времени. По сравнению с другими физическими законами законы сохранения представляют более сильные утверждения. Объясняется это тем, что всё, что может происходить, действительно происходит, если нет запрета со стороны закона сохранения. Использование зако-

нов сохранения позволяет прогнозировать изобретения без отвлечения материальных и духовных средств на бесперспективные модели. Следствия, получаемые из законов сохранения, воистину безграничны. Законы сохранения представляют собой мощное орудие, которым повседневно пользуются физики, несмотря на то, что их применение не даёт никакой дополнительной информации по сравнению с решением уравнений движения.

В чем состоит привлекательность применения законов сохранения по сравнению с уравнениями движения при решении конкретных задач? Прежде всего, законы сохранения могут быть использованы даже в тех случаях, когда силы неизвестны, например, в физике элементарных частиц.

Законы сохранения следуют из свойств инвариантности пространства и времени и часто используются при исследовании новых и ещё не понятных явлений природы.

Законы сохранения не зависят от вида траектории и от характера действующих сил.

Даже в тех случаях, когда сила в точности известна, законы сохранения оказывают существенную помощь при решении задач о движении частиц. Перед решением любой новой задачи необходимо, прежде всего, применить соответствующие законы сохранения и только после этого, если в задаче ничего не упущено, переходить к решению дифференциальных уравнений или применению других математических методов.

И, наконец, неоспоримым преимуществом применения законов сохранения является то, что они позволяют анализировать физические явления без привлечения уравнений движения как в классической, так и в квантовой механике.

АКТИВИЗАЦИЯ МЫШЛЕНИЯ КУРСАНТОВ КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УСВОЕНИЯ КУРСА ФИЗИКИ

Т.В. Стогова

г. Харьков, Академия пожарной безопасности Украины
it1755@online.kharkov.ua

XXI век предъявляет все более высокие требования к уровню образования человека, будь то инженер, гуманитарий или представитель естественных наук. Жизнь требует от молодого специалиста способности к нестандартному мышлению, ведь именно оно является мощным фактором научно-технического прогресса.

Физика, как никакая другая естественная наука, создавалась и развивается людьми, умеющими своими открытиями и, главное, их истолкованием, преодолеть границы существующих теорий, чтобы создать новые. «Физика – это драма идей» – очень точно выразился А. Эйнштейн.

Анализ возникавших в процессе развития физики противоречий способствует активизации мышления учащихся [1]. Поэтому вдумчивый и требовательный к себе преподаватель, обучая курсантов, не должен обходить тот непростой путь, по которому шло развитие науки. К сожалению, историческому пути развития физики из-за недостатка времени не уделяется должного внимания. На наш взгляд, в вузах технического профиля физике необходимо изучать не два семестра, а четыре, как высшую математику.

Открытый Ньютоном закон всемирного тяготения противоречил существующим взглядам Галилея, не допускавшего возможности взаимодействия тел на расстоянии.

Теория относительности возникла в результате преодоления противоречия между классическими преобразованиями Галилея и постулатом о постоянстве скорости света в вакууме. Еще не рассмотрев кинематику теории относительности, мы подводим курсантов к мысли, что преобразования Галилея при сверхвысоких скоростях неверны и должны быть заменены иными преобразованиями (какими и являются более общие преобразования

Лоренца).

К более глубокому пониманию относительности времени приводит обсуждение на занятии «парадокса близнецов» и некоторых его неверных толкований.

Рассматривая квантовую теорию света, созданную М. Планком и А. Эйнштейном, мы сначала изучаем полученные опытным путем законы теплового излучения и затем, сравнивая теоретическую формулу Релея-Джинса с экспериментальным графиком спектральной плотности энергетической светимости, предлагаем курсантам найти и проанализировать имеющиеся здесь противоречия, приводящие к идее «ультрафиолетовой катастрофы». Только после этого курсанты самостоятельно приходят к выводу об ограниченности электромагнитной теории света с ее формулой Релея-Джинса и затем довольно органично воспринимают квантовую теорию Планка и его формулу спектральной плотности.

Нами на всех видах занятий рассматривается целый ряд проблемных ситуаций из разных разделов физики [3, 4].

С методологической точки зрения интересен и такой явно проблемный материал, как силы инерции. Уже в начале лекции курсантам предлагаются вопросы: реальны или фиктивны силы инерции? Каковы их свойства? Какова их природа возникновения? Проблема состоит в следующем: если эти силы реальны, то кто их «автор» и почему в неинерциальных системах не выполняются законы сохранения? Если же эти силы фиктивны, то почему они приводят к реальным результатам – тела приобретают ускорения, меняется вес тела в лифте и т.д. Вместе с курсантами приходим к выводу, что «силами» их можно назвать лишь условно – имеется результат, но нет взаимодействия.

Особое внимание стоит уделить силам инерции во вращающихся системах. Следует устранить часто встречающуюся путаницу между, с одной стороны возникающей в инерциальных системах обычной центробежной силой, приложенной к связи и подчиняющейся третьему закону Ньютона, и с другой стороны – центробежной силой инерции, возникающей только в неинерциальных системах, приложенной не к связи, а к данной материальной точке, и, как все силы инерции, не имеющей «автора» и не подчиняющейся третьему закону Ньютона.

Если точка движется относительно вращающейся системы, то на нее действует еще и сила Кориолиса. Типичный пример: Земля из-за суточного вращения является неинерциальной системой. Это приводит к ряду интересных явлений – отклонению свободно падающего тела к востоку (расчет отклонения приведен в [2]), вращению плоскости колебаний маятника Фуко вокруг вертикали, а также к закону Бэра о размывании реками вполне определенного берега – правого по течению для рек северного полушария и левого для рек южного полушария. Эти вопросы подробно изучаются курсантами в рамках научного общества.

Несмотря на то, что в последних примерах не содержится проблемной ситуации, они, безусловно, способствуют активизации изучения физики и повышению уровня всего учебного процесса.

Литература

1. Атанов Г.А. Активное и пассивное проблемное обучение. // Тезисы докладов 3-й международной научно-методической конференции «Методологические, дидактические и психологические аспекты обучения физике». – Донецк: ДонГУ, 1993. – С. 5.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 1. Механика. – М.: Наука, 1965. – С. 163.
3. Стогова Т.В. Некоторые проблемные ситуации в разделах: электростатика, квантовая механика. // Тезисы докладов 3-й международной научно-методической конференции «Методологические, дидактические и психологические аспекты обучения физике». – Донецк: ДонГУ, 1993. – С. 55.
4. Стогова Т.В. Проблемні ситуації та інші способи активізації мислення курсантів при вивченні курсу фізики. // Матеріали науково-методичної конференції “Харківська вища школа: методичні пошуки на рубежі століть”. – Харків: ХНУ, 2001. – С. 207.

ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ»

Ю.А. Супрунова
г. Кривой Рог, Криворожский филиал Института экономики и
новых технологий
j@alba.dp.ua

Одним из самых трудоемких этапов в процессе преподавания любой дисциплины, – особенно это касается заочной и дистанционной формы обучения, – является подготовка и проверка типовых контрольных заданий.

Предлагаемая Вашему вниманию программа ориентирована на использование преподавателями в учебном процессе для контроля знаний студентов не электротехнических специальностей вузов по предмету «Теория электрических и магнитных цепей». Программа охватывает следующие разделы курса: «Линейные цепи постоянного тока» и «Однофазные цепи синусоидального тока». Для самостоятельной проверки уровня своих знаний она рекомендуется студентам очной и заочной форм обучения.

Главной особенностью программы является то, что исходные данные генерируются в процессе ее работы случайным образом. Таким образом, исключается возможность запоминания правильных ответов, так как они каждый раз другие. В режиме тестирования при генерации неправильных ответов учитывается возможные варианты ошибочного расчета схем.

Программа работает в двух режимах – интерактивном режиме контроля знаний, где предусмотрены два вида контроля – тестирование, где студентам предлагается выбрать один из возможных вариантов, и контрольные задания. Здесь студенту необходимо произвести расчет заданной схемы и ввести полученный результат. Если он совпадает с результатом, полученным программой (при этом учитывается погрешность вычислений) – студенту выставляется положительная оценка. Одним из вариантов контрольной работы является расчет параметров пассивного двухполюсника в цепи синусоидального тока.



Рис. 1. Пример рабочего окна программы в одном из режимов ее работы

Второй режим работы предназначен не для студентов, поэтому выбор этого режима защищен паролем. В этом режиме представленная нами программа может быть использована преподавателями при подготовке контрольных заданий и экзаменационных билетов. Программа позволяет сохранить варианты заданий и готовые ответы к ним в файле формата html, что значительно облегчает преподавателю процесс контроля знаний студентов.

Одним из главных достоинств программы является возможность вывода на печать неограниченного количества различных вариантов типовых заданий при наличии готовых ответов на них.

ФОТОН ЯК ОСОБЛИВА ЧАСТИНКА ДВОЇСТОЇ ПРИРОДИ

Б.А. Сусь¹, М.І. Шут², В.В. Коломоєць³, Б.Б. Сусь⁴

¹ м. Київ, Національний технічний університет України “КПІ”

² м. Київ, Національний педагогічний університет

ім. М.П. Драгоманова

³ м. Київ, Інститут напівпровідників НАНУ

⁴ м. Київ, Київський національний університет

ім. Тараса Шевченка

suse@univ.kiev.ua

Вступ. Проблема двоїстості природи світла виникла 100 років тому, але ми не можемо говорити про її цілковите розв’язання й сьогодні. Про те, що світло – це хвилі, однозначно свідчать явища інтерференції і дифракції. В той же час світло має корпускулярні властивості, які підтверджуються наявністю у фотона імпульсу, що призводить до тиску світла, явищем фото-ефекту, “почервонінням” внаслідок притягування фотонів, що відходять від великих мас. Однак трактування, що світло – це хвилі і частинки одночасно, містить елементи невизначеності і суперечності, оскільки частинка локалізована, а хвиля – явище просторове. Такі суперечності виявляються при розгляді класичних питань фізики, наприклад, дифракції [1].

Розгляд проблеми. Двоїстість природи світла проявляється в тому, що фотон випромінюється джерелом (атомом) як частинка, має релятивістську масу m , швидкість \bar{c} і рухається лише в одному напрямку у відповідності з законом збереження імпульсу [2–5]. Тобто, фотон поширюється не як хвиля, а як частинка, що дуже наочно і однозначно демонструється в досліді Боте [6]. Суть досліду Боте полягає в тому, що при опроміненні фольги жорсткими X-променями має місце X-флуоресценція з більшою довжиною хвилі, при якій випромінювання відбувається не в різні сторони, як це властиво для хвиль, а випадково в тому чи іншому напрямку. Однак, незважаючи на те, що фотони поширюються як частинки, вони, дифрагуючи на різких краях перепони (диска, щілини, дифракційної ґратки), дають дифракційну картину, що є безсумнівним виявом хвильових властивостей світла.

Тому виникає необхідність у поясненні, як фотони, незаперечно будучи частинками, так само незаперечно виявляють хвильові властивості. Квантова механіка пояснює таке явище двоїстістю природи мікрочастинок, властивою для області мікросвіту. Не заперечуючи такого висновку, ми, однак, спробуємо внести певну конкретизацію щодо тлумачення двоїстості природи світла. Для цього, найперше, слід дещо інакше підійти до пояснення характеру світлових хвиль, зокрема їх сферичності при випромінюванні точковим джерелом, як це традиційно вважається.

Так, окремих фотон, будучи частинкою і маючи імпульс в певному напрямку, не може одночасно бути сферичною хвилею. Тому стає очевидним, що сферичність світлової хвилі може бути обумовлена не поодиноким фотоном, а лише сукупністю величезної кількості фотонів, випромінюваних точковим джерелом в усебіч. Сукупність фотонів, коливання яких відбувається з однаковою фазою, утворює хвильову поверхню, що їй відповідає принципу Гюйгенса. Таким чином вимальовуються властивості фотона як особливої частинки; фотон – це частинка, що поширюється зі швидкістю c в певному напрямку, має імпульс, релятивістську масу (маса спокою дорівнює нулеві) і для якого властиві коливання векторів \vec{E} і \vec{H} , що характеризуються частотою, фазою, поляризацією. Для завершення повноти характеристики фотона мусимо підкреслити, що для фотона властиві власні, внутрішні коливання, що їй обумовлює його фазу. При такому припущенні стає зрозумілим тлумачення сферичності світлових хвиль, що випромінюються точковим джерелом.

Отже, точкове джерело випромінює в усі сторони фотони як частинки, для яких властиві внутрішні коливання (коливання векторів \vec{E} і \vec{H} відповідної орієнтації). При тепловому випромінюванні ці коливання відбуваються хаотично, однак із їх сукупності можна виділити коливання, які відбуваються з однаковою фазою. Саме такі коливання з однаковою фазою й утворюють хвильову поверхню. На рис. 1 схематично показане значення фаз фотона, що відповідають двом сферичним хвильовим поверхням коливань S і S_1 , які поширюються від точкового джерела світла O .

Коли фотони, що утворюють хвильову поверхню, доходять до перепони, вони викликають коливання електронів, які пере-

випромінюють нові фотони, в результаті чого на екрані, куди ці фотони потрапляють, виникає інтерференційна (дифракційна) картина, вигляд якої залежить від початкових фаз і різниці ходу фотонів.

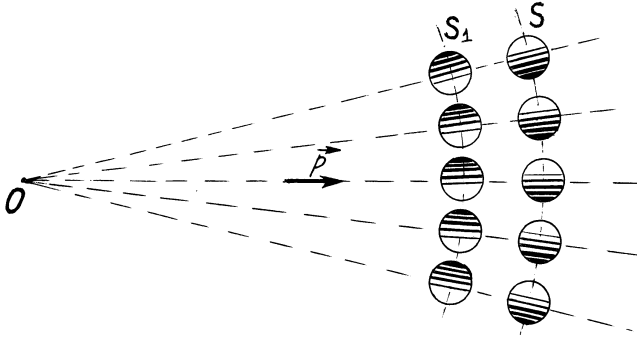


Рис. 1.

Таким чином приходимо до висновку, що фотон – це частинка, для якої властиві коливання векторів \vec{E} і \vec{H} , що цілком узгоджується з теорією електромагнітних хвиль Максвелла. Однак виникає питання щодо характеру цих коливань. Справа в тому, що електричне і магнітне поля мають енергію і при коливаннях векторів \vec{E} і \vec{H} відбувається зміна енергії. Та й взагалі коливальний процес пов'язаний зі зміною енергії. Так, при електромагнітних коливаннях у коливальному контурі відбуваються взаємні перетворення енергії електричного поля в енергію магнітного поля і навпаки. Ці коливання відбуваються з різницею фаз $\pi/2$, що й забезпечує можливість взаємних перетворень енергій електричного і магнітного полів. Однак у світловій хвилі такі перетворення неможливі, оскільки у відповідності з сучасними уявленнями світло являє собою коливання векторів напруженостей електричного \vec{E} і магнітного \vec{H} полів, що відбуваються з однаковою фазою ψ :

$$E = E_m \cos(\omega t - kx + \psi),$$

$$H = H_m \cos(\omega t - kx + \psi).$$

На рис. 2 представлено класичне графічне зображення електричних і магнітних коливань у світловій хвилі.

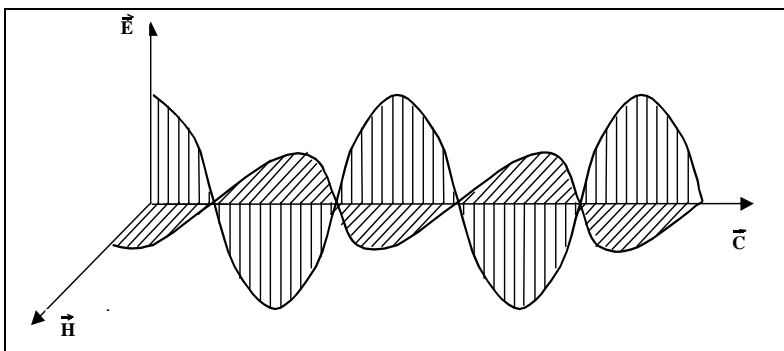


Рис. 2.

Тому закономірно виникає питання: у що перетворюються електрична і магнітна енергії при їх зміні в процесі коливань? В теорії електромагнітних хвиль Максвелла цей факт не знайшов необхідного обґрунтування.

Для відповіді на це запитання розглянемо процес випромінювання світла атомом. Випромінювання кванта світла є дуже специфічним актом, пов'язаним зі зміною енергії електрона ΔW , яка дорівнює енергії фотона $h\nu$, що утворюється (рис. 3).

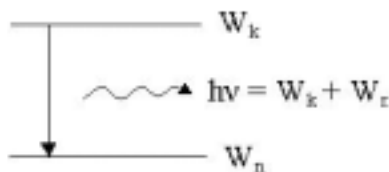


Рис. 3.

Однак при цьому відбувається явище, яке очевидне, але яке традиційно не помічається – це **породження маси** фотона. Відомо, що фотон, як частинка, має релятивістську масу m [2-5]. Ми знаємо про взаємозв'язок між масою і енергією при поділі ядер ($\Delta W = c^2 \Delta m$) – так званий дефект маси. Також відомо, що при анігіляції пари електрон-позитрон відбувається зникнення мас електрона і позитрона, яке супроводжується появою двох гамма-квантів електромагнітного поля. Тому цілком логічно допустити, користуючись існуючою термінологією, що можливий зворотний процес – зникнення енергії квантів електромагнітного поля і

поява еквівалентної маси, пов'язаної з цим зникненням (не може бути зміни енергії як її безслідне зникнення). Таке допущення цілком узгоджується із загальноприйнятим розумінням, що матерія існує у двох видах – речовини і поля. Оскільки такі переходи взаємно пов'язані, ми будемо користуватися простішою термінологією, а саме, що закон $W=c^2m$ не просто встановлює взаємозв'язок між масою і енергією, а й виражає взаємний перехід одного виду матерії в інший. Підтвердженням еквівалентного переходу енергії поля в масу і є випромінення фотона атомом. Оскільки ж існують взаємні еквівалентні перетворення маси в енергію поля і енергії поля в масу, цілком природним стає існування таких перетворень як коливального процесу.

На основі викладених міркувань ми й розглядаємо світло як потік фотонів – особливих частинок, що мають релятивістську масу, але які коливаються, завдяки чому до них можна застосувати поняття фази. При поширенні електромагнітної хвилі – тобто потоку фотонів – відбуваються **взаємні еквівалентні перетворення енергії поля і маси фотона** у відповідності з рівнянням Ейнштейна $W=c^2m$. У процесі коливань маса фотона, зменшуючись, еквівалентно перетворюється в енергію електромагнітного поля і навпаки, енергія електромагнітного поля еквівалентно перетворюється в масу фотона. Тобто, відбуваються коливання типу *енергія поля–маса–енергія поля–маса...*

Зауважимо, що при такому підході зберігаються хвильові властивості світла, які визначаються наявністю у фотона полевих характеристик \vec{E} і \vec{H} , що проявляється в явищах інтерференції і дифракції.

Такий висновок також цілком узгоджується з квантовою теорією світла і підтверджується наявністю у фотона, як частинки, імпульсу $\vec{p} = m\vec{c}$, що проявляється як тиск світла [2–5].

Отже, корпускулярна і хвильова природа світла, на наш погляд, виражається в тому, що фотон являє собою деяку коливальну систему, в якій відбувається внутрішній процес періодичного перетворення енергії електромагнітного поля $W=W_E+W_H$ у масу фотона, і навпаки – маси фотона в енергію електромагнітного поля. Саме це й обумовлює виявлення як хвильових, так і корпускулярних властивостей світла.

Висновки.

1. На основі викладеного робимо висновок, що світло випромінюється квантами і поширюється як частинки у вигляді фотонів – особливих частинок, для яких характерна фаза, що проявляється при явищах інтерференції і дифракції.

2. Оскільки фаза є характеристикою коливального процесу, тому можна припустити, що для фотона характерний внутрішній коливний стан і відповідно коливальний процес нового типу: енергія поля–маса–енергія поля–маса...

Література

1. Шут М.І., Сусь Б.А. Дифракція світла з точки зору квантової теорії // Наукові записки: Збірник наукових статей НПУ ім. М.П. Драгоманова. – К.: НПУ, 2002. – Вип. 48. – С. 3.

2. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 2. – М.: Наука, 1978. – С. 373.

3. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – С. 151.

4. Бутиков Е.И. Оптика. – М.: Высшая школа, 1986. – С. 269.

5. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П.. Загальний курс фізики, т.3. – К.: Техніка. 1999. – С. 245.

6. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 3. – М.: Наука, 1979. – С. 38.

РІДКІ КРИСТАЛИ У ФІЗИЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

О.П. Ситников

м. Чернігів, Чернігівський державний інститут економіки
і управління

Рідкокристалічний стан (мезофаза) – це окремий фазовий стан речовини, проміжний між твердим і рідким станом, який поєднує в собі властивості як твердого кристалу, так і звичайної рідини. Рідкі кристали текучі як рідини і мають анізотропію фізичних властивостей, як тверді кристали. Поєднання таких властивостей приводить до появи в рідких кристалах цілого ряду специфічних ефектів, яким немає відповідних аналогів ні у твердій кристалічній, ні в ізотропній рідкій фазах.

За ступенем впорядкованості рідкі кристали поділяються на нематичні, холестеричні та смектичні. В нематичних рідких кристалах (НРК) має місце близький трансляційний і далекий орієнтаційний порядок в розташуванні молекул. В НРК сили взаємодії між молекулами рівномірно розподілені вздовж молекули, причому ця взаємодія залежить від кута між молекулами, але не залежить від їх паралельного переміщення. Тому енергетично вигідним є паралельне розташування молекул в рідкокристалічному стані. Напряма переважної орієнтації молекул описується одиничним вектором L , який називають директором. Холестеричні рідкі кристали (ХРК) вважають різновидністю НРК і відрізняються вони від останніх закрученістю структури навколо осі, перпендикулярної директору L . В кожній площині, перпендикулярній осі закручування, молекули розташовуються паралельно певному напрямку, як і в НРК. Але кожний послідуєчий шар повернутий відносно молекул попереднього шару на деякий невеликий кут. Тому в цілому холестерична структура в просторі утворює спіраль з певним кроком. Закрученість ХРК дозволяє вважати їх періодичною структурою з періодом, який порівняний з довжиною хвилі видимого світла. Смектичні рідкі кристали (СРК) є найбільш впорядкованими серед рідких кристалів і мають найбільшу в'язкість. В них видовжені молекули орієнтовані в певному напрямку і розташовуються шарами. В залежності

ті від способу упаковки молекул в шарах розрізняють декілька модифікацій СРК.

У мезофазі речовина існує у певному інтервалі температур, які для різних речовин змінюються від кількох градусів до десятків градусів. Процес плавлення рідкого кристалу відбувається у декілька стадій: спочатку руйнується трансляційний порядок, а при вищій температурі руйнується орієнтаційний порядок. При вивченні рідких кристалів можна більш глибоко зрозуміти фізику фазових переходів, коли поступово “розморожуються” ті чи інші ступені вільності (спочатку трансляційні, потім орієнтаційні ступені вільності). Може відбуватися також “проміжне плавлення” між різними рідкокристалічними модифікаціями. Отже, фазовий перехід у рідких кристалах розтягується на певний температурний інтервал і відбувається поетапно. Дослідження рідких кристалів показали, що переходи твердий кристал – рідкий кристал та рідкий кристал – ізотропна рідина є фазовими переходами першого роду, а рідкокристалічний стан є самостійним термодинамічним станом речовини.

Рідкі кристали доцільно вивчати в двох розділах загальної фізики. Молекулярну і надмолекулярну структуру рідких кристалів, їх класифікацію, в'язкопружні властивості та фазові переходи пропонується вивчати в розділі “Молекулярна фізика”. В розділі “Оптика” доцільно вивчати оптичні та електрооптичні властивості, а також застосування рідких кристалів. При цьому рідкі кристали можна розглядати як унікальні модельні об'єкти при вивченні ряду оптичних явищ: дифракції, інтерференції, подвійного променезаломлення, оптичної активності. Вивчення оптичних явищ може супроводжуватись ефективними фізичними демонстраціями з рідкими кристалами, які є оптично анізотропними.

НРК з точки зору оптики є одновісними додатними кристалами, головна оптична вісь яких співпадає з напрямком директора \vec{l} . Показники заломлення звичайного променя n_0 і незвичайного променя n_e відповідають випадкам, коли напрям коливань електричного вектора плоскополяризованого світла перпендикулярний або паралельний оптичній осі. Позначивши індексами P і \perp напрямки, які паралельні та перпендикулярні вектору \vec{l} , одержимо: $n_0 = n_{\perp}$ і $n_e = n_P$. Тоді величина оптичної анізотропії

$\Delta n = n_e - n_o = n_p - n_{\perp} > 0$ і для різних НРК може змінюватися у межах $0,01 < \Delta n < 0,4$, що на порядок перевищує Δn для найкращих двоприменезаломлюючих твердих кристалів.

Внаслідок чутливості рідких кристалів до дії зовнішніх сил оптичною анізотропією легко управляти. Так, за допомогою зовнішнього електричного поля можна змінювати орієнтацію молекул і тим самим впливати на умови поширення світла крізь рідкий кристал. Використовуючи цю особливість рідких кристалів, в даній роботі пропонуються деякі демонстрації явища інтерференції і дифракції. Розглянемо це докладніше.

Дослід проводиться з НРК, молекул якого мають дипольний момент, що співпадає з напрямком довгої осі молекули ($\Delta \epsilon > 0$). Рідкий кристал знаходиться у комірці, на прозорих електродах якої створені умови для планарної орієнтації молекул (рис. 1, а). Товщина шару рідкого кристалу $d = 10 \div 20$ мкм.

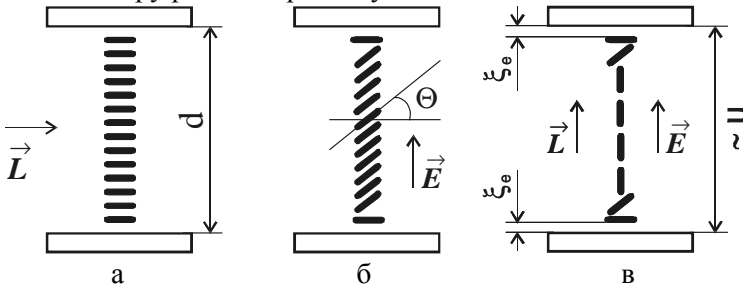


Рис. 1. Модель поведінки молекул нематичного рідкого кристалу у комірці при спостереженні інтерференції світла

У відсутності електричного поля зразок пропускає падаюче поляризоване світло завдяки подвійному променезаломленню. При збільшенні змінної $\nu = 1000$ Гц напруги ($U > U_{\text{п}}$, де $U_{\text{п}}$ – порогова напруга) початкова планарна орієнтація молекул порушується і вони відхиляються на деякий кут Θ (рис. 1, б). При цьому різниця фаз $\Delta \varphi$ між звичайним і незвичайним променями змінюється за законом: $\Delta \varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} \Delta n$, де d – товщина зразка, λ – довжина хвилі падаючого монохроматичного світла, $\Delta n = f(\Theta)$ – величина оптичної анізотропії, яка залежить від кута Θ між вектором \vec{L} і площиною електродів. Після аналізатора спостерігається

інтерференція і в залежності від різниці фаз відбувається зміна інтенсивності світла, що пройшло через зразок:

$$I \sim I_0 \sin^2 \frac{\Delta\varphi}{2}$$

де I_0 – інтенсивність падаючого поляризованого світла. Отже, при освітлюванні системи “поляризатор – зразок нематичного рідкого кристалу – аналізатор” монохроматичним світлом спостерігаються осциляції інтенсивності світла (рис. 2). Якщо цю систему освітлювати білим світлом, то бачимо зміну інтерференційних кольорів. Таким чином, на екрані спостерігається зміна інтерференційних кольорів внаслідок подвійного променезаломлення, що управляється електричним полем.

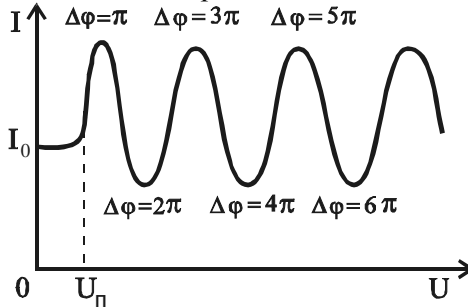


Рис. 2. Вольт-контрастна характеристика зразка з нематичним рідким кристалом

Цікаві оптичні ефекти спостерігаються при використанні НРК, молекули яких мають дипольний момент, перпендикулярний довгій осі ($\Delta\epsilon < 0$). Початкову орієнтацію молекул рідкого кристалу в комірці також задають планарною (рис. 3, а). У низькочастотному електричному полі ($\nu < 1000$ Гц), яке прикладене до зразка вздовж осі OZ, із-за додатної анізотропії електропровідності ($\Delta\sigma > 0$) вздовж напрямку електродів відбудеться деякий перерозподіл електричних зарядів і вздовж осі OX утвориться періодична картина об’ємних зарядів протилежних знаків (рис. 3, б). Взаємодія зовнішнього поля з просторовими зарядами приводить до виникнення обертового моменту M, який намагається збільшити початкову флуктуаційну деформацію кристала. Діелектричний момент, навпаки, буде зменшувати деформацію кристала.

Протидіє деформації також момент пружних сил. В результаті протидії моментів встановлюється вихрове обертання молекул всередині циліндричних областей, які розташовуються перпендикулярно напрямку вектора L початкової орієнтації молекул (рис. 3, в). У центрі вихору показник заломлення для незвичайного променя n_p є мінімальним, на краю вихора – максимальним. Це означає, що циліндричні області відіграють роль лінз, які фокусують падаюче на комірку світло в тонкі світлові лінії. Так при певному значенні напруги виникає смугаста картина, яку називають доменами Вільямса (рис. 4).

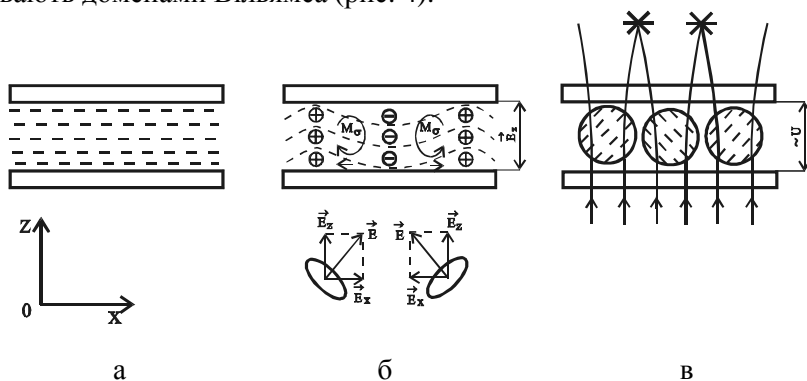


Рис. 3. Модель поведінки молекул нематичного рідкого кристалу при спостереженні доменів Вільямса

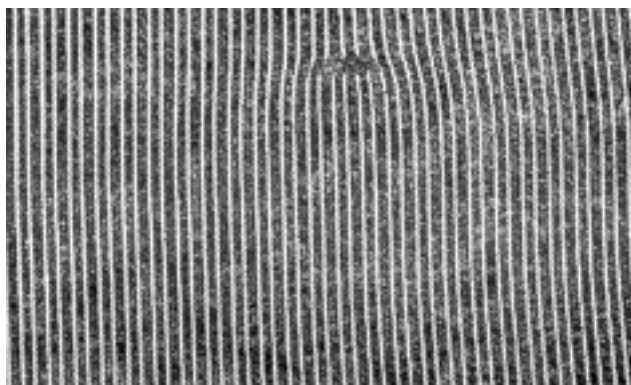


Рис. 4. Домени Вільямса

В певному діапазоні частот, який залежить від абсолютного значення та анізотропії питомої електропровідності рідкого кристалу домени Вільямса починають дробитись і одновимірна деформація планарного шару перетворюється у двовимірну деформацію, з якою пов'язана двовимірна періодичність в розподілі показника заломлення. При освітленні комірки монохроматичним світлом на екрані утворюється дифракційна картина, такого ж вигляду, як і від двовимірної дифракційної ґратки.

При подальшому підвищенні напруги течія рідини стає більш турбулентною, а рух молекул хаотичним. Циліндричні області руйнуються. Величина показника заломлення також змінюється хаотично. Це викликає інтенсивне розсіювання падаючого на комірку світла, яке нагадує “кипіння” рідини. Такий електрооптичний ефект називають динамічним розсіюванням світла. Демонстрація цього ефекту дає можливість бачити, як комірка з рідким кристалом відіграє роль модулятора світла.

Не менш ефективно для лекційних демонстрацій можна використати ХРК. Як уже відмічалось, характерною ознакою ХРК є спіральна структура. Відстань між найближчими точками рідкого кристалу, в яких директор L має однакову орієнтацію, називають кроком холестеричної спіралі P .

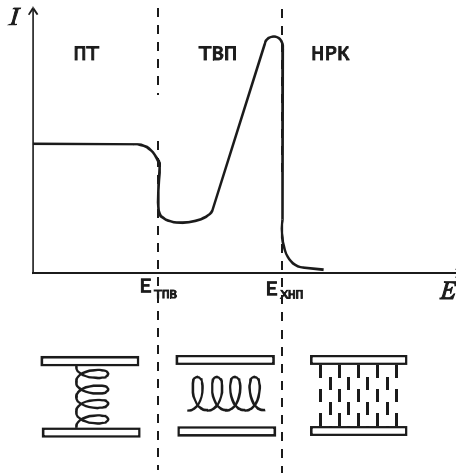


Рис. 5. Вольт-контрасна характеристика зразка з холестеричним рідким кристалом

Значення кроку спіралі можна змінювати дією зовнішнього електричного поля. Кінетика трансформації холестеричної структури в нематичну у зовнішньому електричному полі показана на рис. 5. Початкова плоска текстура (III) є прозорою. Вісь спіралі перпендикулярна до площини скляних пластин комірки і рідкий кристал є оптично активним. При подальшому збільшенні напруженості електричного поля спіральна структура починає деформуватись. Спочатку в полі зору з'являється сітка. Це двовимірна просторова періодична деформація плоскої текстури. Інтенсивність світла I починає зменшуватись.

З подальшим збільшенням напруженості електричного поля сітка зникає і з'являється наступна текстура, яку називають текстурою “відбитків пальців” (ТВП). Ця одновимірна деформація відповідає повороту осі спіралі на кут 90° відносно орієнтуючих поверхонь. При електричних полях з напруженістю більшою за критичну $E_{\text{хнп}}$, всі молекули орієнтуються вздовж силових ліній поля і спіральна структура зникає. Так відбувається розкрутка спіралі – холестерико-нематичний перехід (ХНП).

При освітленні текстури “відбитків пальців” монохроматичним світлом на екрані спостерігається дифракційна картина у вигляді кілець. Використовуючи позначення схеми досліду (рис. 6), можна визначити крок холестеричної спіралі: $P=2b$, де b – період текстури “відбитки пальців”. Період b знаходиться з формули:

$$b \sin \alpha = m \lambda,$$

де α – кут дифракції, $m=0, 1, 2, \dots$ – порядок максимуму, λ – довжина хвилі падаючого на комірку світла. Для малих кутів

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{r}{h}. \text{ Тоді } P = \frac{2m\lambda h}{r}.$$

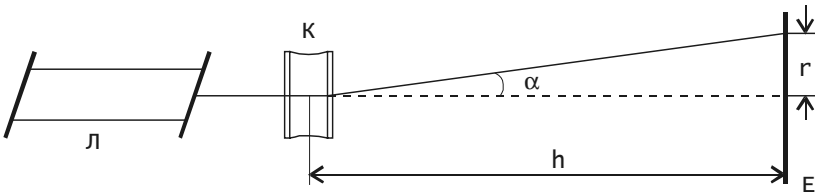


Рис. 6. Схема досліду для спостереження дифракції світла

Текстуру “відбитків пальців” можна застосувати у демон-

страйному експерименті для спостереження явища дифракції. При певному значення кроку спіралі зразок з холестериком при освітленні гелій-неоновим лазером дає стійку дифракційну картину з достатньою кількістю дифракційних максимумів.

Планарна текстура ХРК має незвичайні оптичні властивості, а саме, надзвичайно високу оптичну активність. Повертання площини поляризації досягає значень $10^4 \div 10^5$ град/мм, що на порядки перевищує оптичну активність відомих оптично-активних речовин. Така текстура є періодичною структурою з періодом, що дорівнює половині кроку спіралі $R = \frac{P}{2}$. На цій періодичній

структурі відбувається дифракція видимого світла. Для довжин хвиль, які задовольняють умові Вульфа-Брегга: $m\lambda = 2R\bar{n} \sin \varphi$ спостерігається відбиття видимого світла. У цій формулі m – номер порядку дифракційного максимуму, λ – довжина відбитої хвилі, R – період просторової структури, \bar{n} – середній показник заломлення рідкого кристалу, φ – кут між напрямком падіння світлового променя і площиною холестеричного моношару (рис. 7).

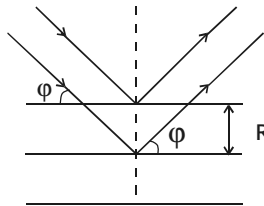


Рис. 7. Модель селективного відбивання світла планарною текстурою холестеричного рідкого кристалу

На відміну від звичайних гіротропних речовин, де рентгенівські промені при нормальному падінні світла дають декілька порядків дифракції, для холестериків при нормальному падінні світла спостерігається лише перший порядок дифракції. Отже, при

$\varphi = \frac{\pi}{2}$, $\sin \varphi = 1$, $m = 1$, $\lambda = 2R\bar{n} = P\bar{n}$. Тобто, холестерична спіраль

відбиває поляризоване по колу світло у напрямку, протилежному напрямку поширення падаючих променів з довжиною хвилі, що дорівнює кроку спіралі. Властивість холестерика відбивати світло з вибраною довжиною світла називається селективним відби-

ванням світла яке зумовлює відповідний колір зразка.

Шар холестеричної речовини, освітлений білим світлом, буде забарвленим. Крок спіралі дуже чутливий до зміни температури. З підвищенням температури він може або зменшуватися, або збільшуватися, що впливає на колір зразка. Це дозволяє використовувати ХРК для вимірювання температури. Рідкокристалічні термоіндикатори, виготовлені у вигляді плівок, можна ефективно використовувати у фізичних дослідах які потребують вимірювання температурних полів, при візуалізації інфрачервоних променів, при порівнянні поглинальної і випромінювальної здатності чорної і білої поверхонь, при ілюстрації нагрівання масивних провідників вихровими струмами тощо.

Література

1. Ситников О.П. Електрооптичні явища у курсі загальної фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Вип. 4. Серія педагогічні науки. – Чернігів. – 2001. – С. 141-144.

2. Ситников О.П. Вивчення інтерференції світла в тонких плівках рідких кристалів // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики і астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський університет, 2003. – Вип. 9. – С. 154-156.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО ФИЗИКЕ

Н.Л. Тарасенко

г. Кривой Рог, Криворожский филиал Института экономики и
новых технологий

Поскольку физика – наука экспериментальная, то целью каждого работающего в физическом практикуме является изучение на опыте основных физических явлений. При этом важно суметь воспроизвести эти явления и научиться правильно их анализировать.

Физика – наука количественная. Поэтому цель физического практикума заключается в том, чтобы научить правильно измерять числовые значения физических величин. Как показывает опыт работы, эта задача не является простой.

Не вдаваясь в основы теории погрешностей измерений физических величин [1], остановимся на правилах обработки результатов измерений. Как известно, измерения бывают прямые и косвенные. Поэтому, в зависимости от вида измерений, предлагается следующая последовательность обработки результатов измерений.

Правила обработки результатов прямых измерений

1. Определяют среднее арифметическое значение измеряемой величины:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

2. Находят абсолютные погрешности отдельных измерений:

$$\Delta x_i = \bar{x} - x_i.$$

3. Вычисляют среднюю квадратическую погрешность отдельных измерений:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n-1}}.$$

4. Отбрасывают промахи, если $\Delta x_i > 3\sigma$.

5. Определяют среднюю квадратическую погрешность сред-

него значения:

$$S = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^2}{n(n-1)}}.$$

6. По числу наблюдений n и выбранной вероятности α по таблицам Стьюдента определяют коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, n}$ (α берется равным 0,95).

7. Записывают величину случайной погрешности:

$$\Delta x_{сл} = t_{\alpha, n} \cdot S.$$

8. Находят погрешность прибора:

$$\Delta x_{пр} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\kappa \cdot x_{\max}}{100\%},$$

где κ – класс точности прибора,

x_{\max} – максимальное значение шкалы прибора.

Если класс точности прибора неизвестен, то

$$\Delta x_{пр} = \frac{2}{3} \delta,$$

где δ – предельная погрешность прибора (табличное значение).

9. Находят погрешность округления:

$$\Delta x_{окр} = \frac{h}{2} \alpha,$$

где h – цена деления шкалы прибора.

10. Вычисляют полную погрешность:

$$\Delta x_{полн.} = \sqrt{\Delta x_{сл.}^2 + \Delta x_{пр}^2 + \Delta x_{окр}^2}.$$

11. Определяют относительную погрешность:

$$E = \frac{\Delta x_{полн.}}{x} \cdot 100\%.$$

12. Результат измерений записывают в виде:

$$x_{ист.} = \bar{x} \pm \Delta x_{полн.} \quad (\alpha=0,95).$$

Для усвоения студентами этих правил желательно первую лабораторную работу выполнить фронтально. Очень наглядной в этом плане является лабораторная работа: «Измерение линейных величин с помощью штангенциркуля и микрометра» (табличные значения δ см. [2]).

Здесь следует акцентировать внимание студентов на пункте

10. Видно, что в случае, когда случайная погрешность равна нулю, полная погрешность отлична от нуля. Следовательно, абсолютно точно измерить физическую величину не представляется возможным.

Данные правила могут быть также использованы учащимися старших классов в курсе физики средней школы. Следует однако заметить, что в некоторых случаях эти правила могут быть упрощены [3].

Правила обработки результатов косвенных измерений

Пусть определяемая величина y является функцией нескольких независимо измеряемых величин x_1, x_2, \dots, x_k .

$$y=f(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Первый способ

1. Находят среднее арифметическое значение каждой величины x_i ($i=1, 2, \dots, k$) по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}.$$

2. Вычисляют среднее арифметическое значение искомой величины:

$$y = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k).$$

3. Находят полную погрешность измерения по формуле:

$$\Delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i \right)^2},$$

где значения производных берутся в точках средних значений аргументов x_i ; Δx_i – полные погрешности независимых переменных:

$$\Delta x_i = \sqrt{\Delta x_{i\text{ кл}}^2 + \Delta x_{i\text{ нр}}^2 + \Delta x_{i\text{ окр}}^2}$$

(вычисляются согласно правилам обработки результатов прямых измерений).

4. Записывают результат в виде:

$$y_{\text{ист.}} = \bar{y} \pm \Delta y_{\text{полн.}} \quad (\alpha=0,95).$$

5. Вычисляют среднюю относительную погрешность измерения:

$$E = \frac{\Delta y_{\text{полн}}}{y} \cdot 100\% .$$

Второй способ

1. Сделав несколько (n) измерений всех независимых переменных x_i ($i=1, 2, \dots, k$), получают для каждой из них ряд значений:

$$\begin{aligned} & x_1^1, x_1^{11}, \dots, x_1^{(n)} , \\ & x_2^1, x_2^{11}, \dots, x_2^{(n)} , \\ & \dots\dots\dots \\ & x_k^1, x_k^{11}, \dots, x_k^{(n)} . \end{aligned}$$

2. Определяют значение искомой величины (y_i) для каждой серии измерений:

$$\begin{aligned} y_1 &= f(x_1^1, x_2^1, \dots, x_k^1), \\ y_2 &= f(x_1^{11}, x_2^{11}, \dots, x_k^{11}), \\ & \dots\dots\dots \\ y_n &= f(x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, \dots, x_k^{(n)}). \end{aligned}$$

3. Находят среднее арифметическое значение искомой величины:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} .$$

4. Среднюю квадратичную погрешность и доверительный интервал $\Delta y_{\text{сл}}$ вычисляют так же, как в случае прямых измерений величины.

5. Записывают результат в виде:

$$y_{\text{ист.}} = \bar{y} \pm \Delta y_{\text{сл}} \quad (\alpha=0,95)$$

6. Вычисляют среднюю относительную погрешность измерения:

$$E = \frac{\Delta y_{\text{сл}}}{\bar{y}} \cdot 100\% .$$

Хотя второй способ оценки погрешности косвенных измерений проще первого, он менее строг с точки зрения теории погрешностей и не позволяет определить долю погрешности каждой измеряемой величины.

Как показывает опыт работы в вузе, регулярное применение студентами правил обработки результатов измерений физических величин приводит к более осмысленному выполнению ими лабораторных работ и выработки у них необходимых умений и навыков.

Литература

1. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. – Л.: Наука, 1985.
2. Физический практикум: для физич. спец. вузов / Под ред. Г.С. Кембровского. – Минск: БГУ, 1986.
3. Фетисов В.А. Оценка точности измерений в курсе физики средней школы. – М.: Просвещение, 1974.

“ВІРТУАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ” ЯК АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОЇ ДИДАКТИКИ

І.О. Теплицький, С.О. Семеріков

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет
ss@kpi.dp.ua

Наприкінці 90-х рр. стрімке зростання потужності засобів обчислювальної техніки та розвиток і вдосконалення їх мультимедійних можливостей призвели до появи занадто поширеної сьогодні концепції “віртуального (комп’ютерного, анімаційного, імітаційного) фізичного лабораторного практикуму”. Йдеться про те, що на часі з’являються симптоми чергової “дитячої хвороби” – комп’ютерних реалізацій навчального фізичного експерименту (віртуального експерименту). Нижче здійснена спроба критичного аналізу зазначеного феномену з позицій сучасної дидактики. Тим більше, що публікації за обговорюваною проблематикою останнім часом можна знайти у більшості періодичних науково-методичних видань та матеріалах науково-практичних конференцій різного рівня: від регіональних до міжнародних.

Насамперед визначимо свою позицію: ми беремо під сумнів дидактичну цінність означеної інновації і розглядаємо її як намагання одночасного вирішення принаймні двох проблем національної освіти сьогодення:

1) з одного боку компенсувати повну відсутність постачання закладів освіти навчально-наочним обладнанням внаслідок повної руйнації відповідної галузі вітчизняної промисловості, і, з іншого боку, одночасною відсутністю коштів на її придбання від зарубіжних постачальників;

2) вийти на рівень сучасних вимог, пов’язаних із широким запровадженням нових освітніх технологій, зокрема інформаційних, через розв’язання кон’юнктурних питань, часто продиктованих бажанням задовольнити власний пізнавальний інтерес і зібрати при цьому данину моді.

Проте надмірне захоплення технологічними аспектами комп’ютерних реалізацій засобів навчання набуває перманентно-

го характеру і стимулює окремих вчителів і викладачів вищої школи майже до повної відмови від традиційних технологій навчання (у фізиці – демонстраційний, фронтальний і лабораторний експеримент) і створення натомість їх віртуальних замінників. Та чи виявляються виправданими витрачені зусилля, покладені на розробку таких програмних продуктів? Відповідь на це питання не є простою й однозначною. Тому звернемося до найбільш типових зразків.

Зокрема, у [8] читаємо: “На екрані монітора за допомогою комп’ютерної графіки зображується лабораторна установка, виводиться таблиця даних, зафіксованих у роботі.” При цьому автор стверджує, що в такій роботі “... комп’ютерні моделі дозволяють ... управляти поведінкою об’єктів на екрані монітора, змінюючи початкові умови експерименту, і провести різноманітні *фізичні* досліді”(курсив наш). Але ж такі “досліді” аж ніяк не є фізичними, оскільки виконуються вони не з реальними фізичними моделями, а являють собою дещо інше, а саме – комп’ютерні імітації певних натурних об’єктів і явищ.

Ще один типовий приклад знаходимо в [1]: “Програмно моделюються вільні коливання на моделі математичного маятника. Модель дозволяє змінювати довжину маятника та кут його відхилення. Створюються графіки кута відхилення маятника і швидкості коливного тіла. На екрані відображається і сам процес за допомогою програмних засобів анімації відповідно до заданих параметрів. Крім того, вказується точність приладів, за допомогою яких нібито виконувалися “виміри” (у даному випадку це ціна поділки віртуальної лінійки і віртуального секундоміра). На основі цих даних пропонується визначити похибки прямих вимірювань. Отримані дані вводяться в систему і порівнюються зі свідомо обраними і розрахованими програмним комплексом”. Якщо система цілей такого заняття включає формування умінь статистичної обробки результатів вимірювань, то залучення комп’ютера викликає подив: адже відповідний розрахунковий блок програми залишається для учнів або студентів “чорним ящиком”: на дошці й у зошитах це можна здійснити з неменшим успіхом.

Автори [4] визнають, що подібний спосіб проведення лабораторних робіт має недоліки. Проте вбачають вони їх чомусь

лише в недостатньо якісному відтворенні зовнішніх ознак лабораторного устаткування і серйозно пропонують для усунення цього недоліку підвищити реалістичність зображення: “Нужно обладать достаточно богатым воображением, чтобы в картинке на экране дисплея увидеть реальную аппаратуру. Некоторым смягчением этого обстоятельства может быть переход от плоских примитивных изображений к трехмерным картинам и сценам, создаваемым с помощью таких мощных 3D программ, как "3DS Max" или др., позволяющих смоделировать фактуру материалов установки и осветительные эффекты. Это значительно усиливает эффект присутствия. Другим недостатком является то, что единственным органом чувств, посредством которого осуществляется прием информации, является зрение. Как известно при работе реальных установок они издают звуки, вибрации, иногда запахи. Все это отсутствует или почти отсутствует в компьютерном эксперименте”.

Причинами таких, на нашу думку, хибних підходів є нерозуміння цитованими авторами принципів розбіжностей між реальним та обчислювальним експериментом, що веде до підміни реального експерименту його комп’ютерною імітацією. Лише тоді, коли комп’ютер доповнюється спеціалізованою апаратною частиною (відповідним інтерфейсом) для взаємодії з реальним фізичним вимірювальним обладнанням в режимі реального часу, можна говорити про його застосування у фізичному дослідженні як інструменту пізнання. Ці міркування повністю узгоджуються з тим, як означене питання трактують деякі інші автори. Так, у [2] зазначається, що “особливістю застосування комп’ютерів у лабораторному практикумі з курсу фізики є можливість використання їх для збирання й обробки інформації про стан датчиків, програмного керування різними механізмами і технологічними системами під час експерименту для реалізації зворотних зв’язків, синхронізації часу виміру фізичних величин, оперативної графічної візуалізації отриманої експериментальної інформації, її збереження і систематизації”. Одним з найбільш яскравих прикладів такого застосування є програмно-лабораторний практикум з курсу загальної фізики, що розробляється під керівництвом О.В. Сергеева.

У переважній більшості інших випадків комп’ютер являє со-

бою потужний, ефективний, проте – лише засіб, інструмент для моделювання.

Ще у 1985 р., напередодні введення до шкільної програми нового навчального предмету “Основи інформатики та обчислювальної техніки”, відомий методист-фізик В.Г. Разумовський підкреслював: “З уведенням комп’ютерів у навчальний процес зростають можливості багатьох методів наукового пізнання, особливо методу моделювання, який дозволяє різко підвищити інтенсивність навчання. Адже при моделюванні виокремлюється сама суть явищ і стає ясною їхня спільність, тобто відбувається розвиток науково-теоретичного мислення. Однак захоплення використанням готових моделей погрожує передчасним розривом зв’язку вивчуваного явища з дійсністю. Це трапляється нерідко, коли учням пропонують працювати з готовими моделями, не розкриваючи процесу їх створення. Оскільки об’єктами вивчення, як і раніше, повинні залишатися реальні явища, то підміна їх абстрактними поняттями й символами при недостатній базі спостережень і досвіду нерідко веде до згубного формалізму, коли за удаваними знаннями відсутня їх сутність. ... При вивченні фізики комп’ютери можуть використовуватись у поєднанні з приладами, автоматично, миттєво опрацьовувати результати вимірювань і у графічній формі відображувати досліджувану функціональну залежність” [5]. Іншими словами, для ефективної реалізації дидактичного потенціалу комп’ютера необхідна розробка відповідного інтерфейсу – пристроїв-перетворювачів аналогових сигналів на дискретні і навпаки для сполучення комп’ютера з лабораторним обладнанням. Це, на думку вченого, дозволить учневі сформулювати гіпотезу про досліджувану закономірність і підтвердити або спростувати її на основі спостережуваних результатів. У такий спосіб процес повідомлення готових знань та їх дослідна перевірка замінюються експериментально-дослідницькою діяльністю, що забезпечує учневі можливість самостійного відкриття.

Розвиток комп’ютерної технології і методів дискретної математики приводять сьогодні до нового погляду на фізичні системи. Вдалі спроби формулювати задачу на комп’ютері вже привели до усвідомлення того, що можна виражати фізичні закономірності у вигляді результатів роботи комп’ютерних імітаційних

програм, а не лише традиційною мовою диференціальних рівнянь. Та у який би спосіб не здобувалися нові факти, критерієм їхньої істинності завжди був і залишається натурний експеримент. Проте поверхове сприйняття цього факту – можливості підвищення результативності роботи фізика за допомогою комп'ютера – є ще однією причиною неадекватного використання засобів обчислювальної техніки.

Слід чітко уявляти, що в дослідницькій роботі, виконуваній за допомогою комп'ютера – обчислювальному експерименті, на відміну від натурального експерименту, *замість фізичної моделі використовується теоретична модель*, реалізована у вигляді машинної програми, а маніпуляції з фізичною моделлю на лабораторному стенді замінюються систематичними розрахунками на комп'ютері, і шукані характеристики моделі обчислюються за її заданими параметрами. Усупереч цьому в роботах [1, 4, 8] (та й, на жаль, не тільки в них) обчислювальний експеримент та математична модель ототожнюються з натурним експериментом та фізичною моделлю.

Тріада “модель – алгоритм – програма” і комп'ютер, узяті разом, складають теоретичну і технічну основу сучасного математичного моделювання – методології досліджень, заснованій на вивченні математичних моделей явищ за допомогою ЕОМ. Терміни “обчислювальний експеримент”, “чисельне моделювання”, “математичний експеримент” – це синоніми, кожний з яких віддзеркалює різні грані зазначеної методології, сутність якої – заміна об'єкту його математичним “образом” і подальший “діалог” з дублером досліджуваного реального об'єкту – його моделлю. Тут мають місце такі аналогії:

Лабораторний експеримент	Обчислювальний експеримент
Реальний об'єкт	Математична модель
Експериментальна установка	Програма для комп'ютера
Налагодження установки	Тестування програми
Вимірювання	Обчислення
Аналіз результатів	

Відомий фахівець із комп'ютерного моделювання, академік О.А. Самарський зазначає: “Схожість заключних етапів експе-

рименту обчислювального з натурним експериментом є надзвичайно сильною. На комп'ютері (експериментальному устаткуванні) проводяться обчислення (вимірювання), які далі аналізуються з метою постановки нових експериментів. Насправді ж зв'язок з натурним експериментом значно глибший. Вивчаючи на комп'ютері поведінку моделі, дослідник немов би випробовує саму природу (конструкцію, процес), ставлячи перед нею питання і отримуючи повні й достовірні відповіді” [6, с. 38].

Дійсно, досвід розв'язування багатьох наукових і технічних задач переконує, що вдало складена модель об'єкта здатна в певній мірі замінити його. Проте заміна фізичного об'єкта його математичною моделлю має виконуватись досвідченим фахівцем – людиною з достатнім досвідом математичного моделювання. Школярі ж і студенти елементи такого досвіду можуть набути лише в умовах спеціально організованого з цією метою навчання [7]. До того ж в *процесі навчання фізики робота з реальними об'єктами* (процесами, явищами) *має передувати роботі з моделями. Інакше виникає ризик комп'ютерну підтримку лабораторного експерименту перетворити на його комп'ютерну дискредитацію.*

Певною мірою можна погодитися з авторами [3], які бачать місце віртуального лабораторного практикуму в системі заочної та дистанційної освіти ВНЗ з метою домашньої підготовки до майбутньої роботи з реальним обладнанням.

У навчально-виховному процесі з фізики ми вважаємо хибною практику підміни натурального експерименту з фізичною моделлю об'єкта обчислювальним експериментом на математичній моделі і надання пріоритету останньому за відсутності вагомих на те причин.

При цьому слід враховувати не лише негативні фізіологічні й гігієнічні аспекти такої заміни (низька ергономічність, незручність у сприйнятті інформації з екрану, перевтома органу зору тощо), а й психолого-педагогічні (відмова від урізноманітнення форм подання навчального матеріалу, поява проміжної віртуальної ланки у складній двосторонній взаємодії вчителя й учнів, не завжди правильна авторська інтерпретація навчального матеріалу і т.ін.). При навчанні студентів фізики на віртуальних моделях завжди існує ризик одержати віртуального фахівця.

Саме тому ми вбачаємо сучасний підручник фізики як такий, що *за змістом* має передбачати наявність комп'ютера і комплектуватися ліцензованим електронним додатком, до складу якого входитимуть узгоджені з текстом підручника оцифровані відеосюжети для демонстрації фізичних явищ, принципів роботи приладів та установок, зразки таблиць для виконання лабораторних і практичних робіт, збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації, статті з науково-популярних журналів для додаткового читання і т.п. матеріали.

Насамкінець відмітимо, що навчальні діа- та кіноматеріали, які використовували вчителі та викладачі фізики у минулі часи, і які безповоротно уходять в минуле, і понині у більшості своїй залишаються взірцями засобів унаочнення складних для уяви та сприйняття питань фізики, оскільки до їх створення залучалися провідні вчені і методисти. Розуміючи, що все це величезне надбання не повинне загубитись, як говорять, у просторі й у часі, групою ентузіастів, які працюють на Криворізькому металургійному факультеті під керівництвом С.О. Учителя, ведеться унікальна і плідна робота, пов'язана з оцифруванням антикварної продукції колишнього навчального кіно, а також із виготовленням відеофільмів різноманітного демонстраційного спрямування.

Література

1. Годлевская О.А., Годлевский К.П., Посудин Ю.И. Информационные технологии при проведении лабораторных работ по курсу общей физики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 69–72.
2. Денисенко О.І. Застосування комп'ютерної техніки при викладанні фізики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 2. – С. 108–110.
3. Дмитриева В.Ф., Икренникова Ю.Б. Об опыте применения компьютерного лабораторного практикума по физике. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей

- майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 142–145.
4. Козлов В.М., Хлынцев В.П., Калениченко В.В. Использование ПЭВМ при изучении курса общей физики. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 150–153.
 5. Разумовский В.Г. ЭВМ и школа: Научно-педагогическое обеспечение. // Сов. педагогика. – 1985. – № 9. – С. 12–16.
 6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Компьютеры и жизнь (Математическое моделирование). – М.: Педагогика, 1987. – 128 с.
 7. Теплицький І.О. Комп'ютерне моделювання в школі як засіб розвитку творчого мислення учнів. // Рідна школа. – 2000. – №9. – С. 63–66.
 8. Точиліна Т.М. Науково-методичний підхід до створення навчально-методичного комплексу з фізики для вищої технічної школи // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 166–168.

ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК У КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

С.О. Федорук, А.М. Шкілько
м. Харків, Українська інженерно-педагогічна академія
fed@postmaster.co.uk

Метою досліджень в фізиці елементарних частинок (фізиці високих енергій за сучасною термінологією) є з'ясування найбільш загальних фундаментальних законів природи, які лежать в основі усіх інших галузей природознавства, а також ініціюють розвиток нових напрямків науки. Проте, виклад основних положень (саме, основ) фізики високих енергій при вивченні загальної фізики в інженерно-педагогічних та інженерно-технічних вузах прийняв останнім часом досить специфічний вигляд.

Якщо проглянути більшість підручників з фізики, легко виявити, що опис елементарних частинок якийсь таємничий, загадковий, і, що особливо неприємно, досить туманний. Викладена в них систематика елементарних частинок, яких приводиться десятки сотень, схожа на колекцію в гербарії. Виправдання цьому таке. Знаходячись на передньому краї досліджень, фізика елементарних частинок розвивається набагато швидше, ніж інші галузі фізики. При цьому традиційний виклад в підручниках з загальної фізики базується, фактично, на положеннях, які були встановлені більш ніж півстоліття тому. Саме в цей час велика кількість частинок з'являлась як з "рогу достатку" в експериментах на прискорювачах. Але дослідження в теоретичній і експериментальній фізиці високих енергій, що одержані в останні два десятиріччя двадцятого століття, дозволили створити дуже красиву, елегантну і, що особливо важливо, досить просту для сприйняття теорію. Правда, з об'єктивних та суб'єктивних причин між вузько науковими дослідженнями сучасної теорії елементарних частинок та її викладом для студентів-педагогів або студентів-інженерів, стався певний розрив. Виклад сучасної теорії можна знайти або в періодичних наукових виданнях, або в вузькоспеціалізованих монографіях, які, через складності подавання, малокорисні для тих, хто вивчає загальну фізику.

В цій роботі ми приводимо сучасну систематику елементар-

них частинок у формі, що найбільш зручна для вивчення, а також підкреслюємо основні тенденції розвитку фізики високих енергій.

Сучасна класифікація елементарних частинок базується на участі їх у фундаментальних взаємодіях. Зараз відомо чотири типи взаємодій: гравітаційне, електромагнітне, слабе та сильне. Усі елементарні частинки поділяються на дві групи – частинки матерії та частинки-переносники або кванти взаємодій. Для кожного типу взаємодій є свої частинки-переносники, за допомогою яких частинки матерії взаємодіють між собою. Усі частинки матерії є ферміонами (спін напівцілий), тоді як переносники взаємодій – бозони (спін цілий). У нинішній час істинно елементарними є такі частинки [1]:

Частинки матерії
(ферміони спіна 1/2)

Лептони	ν_e (електронне нейтрино)	ν_μ (мюонне нейтрино)	ν_τ (тау-нейтрино)
	e (електрон)	μ (мюон)	τ (тау-лептон)
Кварки	u (up – верхній)	c (charm – зачарований)	t (truth – істинний)
	d (down – нижній)	s (strange – дивний)	b (beauty – красивий)
	1-е покоління	2-е покоління	3-є покоління

Частинки – переносники фундаментальних взаємодій
(бозони)

Електромагнітна	γ (фотон)
Слабка	W^\pm, Z (слабкі бозони)
Сильна	G_i (i=1,...,8) (глюони)
Гравітаційна	g (?) (гравітон)

Усі інші частинки складаються з вище перерахованих точкових (тобто, про їх розмір говорити безглуздо) істинно елементарних частинок.

Частинки матерії поділяються на два класи: лептони, які несуть цілий електричний заряд, та кварки, що мають дробний

електричний заряд. Цей поділ визначається участю відповідних частинок у сильній взаємодії: на відміну від кварків лептони не беруть участь в сильній взаємодії. Іншим трьом взаємодіям схильні як кварки, так і лептони (звичайно, за виключенням участі нейтріно в електромагнітній взаємодії, у яких нульовий електричний заряд). В усіх частинок матерії є античастинки, властивості яких ідентичні властивостям частинок, за виключенням протилежних зарядів.

Лептони включають в себе електрон, мюон і тау-лептон, які мають нульову масу покою, та відповідні нейтріно, що, за сучасними уявленнями, безмасові. Так як нейтріно не беруть участь у сильній та електромагнітній взаємодіях, вони майже повністю ігнорують речовину, що тривалий час перешкоджувало експериментальному підтвердженню їх існуванню. Сьогодні вдається здійснити значну кількість експериментів з пучками нейтріно, що виникають у розпадах частинок на прискорювачах і мають необхідні властивості. Незважаючи на їх невловимість, нейтріно є найбільш поширеними частинками у Всесвіті і тому саме нейтріно вносять основний вклад у космічну гравітацію.

Кварки є структурними елементами, з яких побудовані адрони – частинки, що беруть участь у всіх типах взаємодій, у тому числі і в сильному. Уся різноманітність адронів виникає за рахунок різних сполучень шести кварків та їх антикварків. З'єднання трьох кварків – баріони, прикладами яких є нуклони: протон $p= uud$ та нейтрон $n= udd$. Утворення кварк-антикварк є мезонами, наприклад піони $\pi^+ = u\bar{d}$, $\pi^- = \bar{d}u$. Кожен кварк може існувати у вигляді трьох різних кольорових різновидів: «жовтого», «синього» і «червоного», але сумарний кольоровий заряд кваркових з'єднань дорівнює нулю, тобто адрони безколірні. За сучасними уявленнями кварки (кольорові частинки) в принципі не можуть існувати у вільному стані (подібно магнітним полюсам). У той же час, існування кварків у адронах багаторазово доведено експериментально.

Дванадцять лептонів і кварків природнім чином розподіляються на три групи, або, як кажуть, на три покоління фундаментальних ферміонів. Ферміони першого покоління є тією матерією, з якої побудований сучасний Всесвіт. Зараз зрозуміло, що ферміони другого та третього поколінь відігравали важливу роль

у ранньому Всесвіті, у перші миттєвості так званого Великого вибуху.

Складові матерії взаємодіють між собою шляхом обміну **фундаментальними бозонами – переносниками фундаментальних взаємодій**. Так, при взаємодії електрично заряджених частинок, відбувається їх обмін фотонами. При сильній взаємодії кварки обмінюються глюонами; фактично, в адронах кварки зв'язані глюонними нитками. У реакціях зіткнення адронів відбувається розрив цих ниток, в місті якого виникає пара кварк-антикварк. Окрім таких віртуальних (неспостережуваних) станів, фотон і слабкі бозони можуть знаходитися також у вільному стані як початкові чи кінцеві продукти реакцій. Слід відзначити, що, на відміну від квантів електромагнітної, слабкої і сильної взаємодії, які мають неспростовне експериментальне підтвердження свого існування, через виключну слабкість гравітаційної взаємодії експериментальне спостереження гравітонів (квантів гравітаційного поля) становить задачу, що перевищує можливості сучасної експериментальної фізики.

Така добре встановлена сучасна теорія елементарних частинок, що має незаперечну красу і елегантність, продовжує удосконалюватися. Цього потребує як врахування нових експериментальних фактів, так і подолання нерозв'язаних до сих пір задач (ми їх не обговорюємо у цій статті). Тенденції сучасного розвитку фізики високих енергій визначаються побудовою єдиної теорії всіх фундаментальних взаємодій. Зараз, як ніколи раніше, фізики підійшли впритул до розв'язання цієї задачі. На цей час побудована єдина теорія електрослабких взаємодій. Інтенсивно розробляється програма Великого об'єднання, в якій має місце нетривіальне з'єднання електромагнітної, слабкої та сильної взаємодій. Об'єднання всіх чотирьох взаємодій, включаючи гравітацію, вимагає використання нових наукових ідей.

Зараз, практично єдиним реальним кандидатом на роль єдиної «теорії всього» є теорія суперструн [2], у якій фундаментальними є одновимірні об'єкти (струни) планківських розмірів ($\approx 10^{-35}$ м). Досліджуються також моделі суперсиметричних продовжених об'єктів з вищими вимірностями – супермембрани, супер- p -брани. Різні елементарні частинки можна уявляти як різні стани однієї або декількох струн. Суперсиметрія, яка має міс-

це в цих теоріях, зв'язує частинки цілого спіна (бозони) та частинки напівцілого спіна (ферміони) в один об'єкт – суперчастинку. Фактично, при наявності суперсиметрії частинки матерії та частинки – переносники взаємодій об'єднуються в одне ціле. Несуперечність суперструнних теорій вимагає використання простору-часу вимірності вище за чотири – десятивимірною чи одиннадцятивимірною простору-часу. Фізика звичайного чотиривимірного простору-часу одержується за допомогою компактифікації додаткових просторових вимірів, коли вони приймають планківські розміри.

На наш погляд, подібним чином викладений матеріал сприяє більшому розумінню студентами фундаментальних проблем природознавства, а також спонукає їх до більш глибокого вивчення питання.

Література

1. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 272 с.
2. Грин М., Шварц Дж., Виттен Э. Теория суперструн: В 2-х т. – Т.1. Введение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 518 с.

ТЕОРІЯ, ІСТОРІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОГАСНИКА

З.Ю. Філер

м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний
університет ім. Володимира Винниченка
filer@kw.ukrtel.net

Вступ. У 1909 р. запропоновані цистерни Фрама для гасіння коливань корабля у морі. З їх допомогою вдалося зменшити амплітуду коливань (бортової качки) у 5 разів [1]. Пізніше були застосовані віброгасники – додаткові маси на пружинах, які встановлювали на кормі корабля [2, с. 122-126].

Елементарна теорія віброгасника. На рис. 1 зображена схема віброгасника без врахування опорів. За законом Ньютона легко скласти систему рівнянь, які описують коливання тіл 1 і 2:

$$Ma + cy + c_1(y - y_1) = F, \quad m_1 a_1 + c_1(y_1 - y) = 0. \quad (1)$$

Відомо, що в режимі гармонічних коливань з частотою ω прискорення $a = -\omega^2 y$, тому за допомогою правил Крамера отримуємо $y = \partial_1 / \Delta$, $y_1 = \partial_2 / \Delta$. Тут визначник системи $\Delta = (c - \omega^2 M) \times (c_1 - \omega^2 m) - c_1^2$, заміщені визначники $\partial_1 = (c_1 - \omega^2 m)F$, $\partial_2 = c_1 F$. При $c_1 = \omega^2 m$ маємо $y = 0$, $y_1 = -F/c_1$. Маса M , на яку діє сила F , тоді стає нерухомою, а додаткова маса m_1 рухається у протифазі із силою F . Пружна сила $c y_1$ стає рівною збуджуючій силі F й гасить її дію на тіло з масою M . Тут $c \simeq c + c_1$.



Рис. 1.

Врахування опорів веде до комплексних пружностей $c(1+i\omega\mu)$, де $\omega\mu$ можна вважати сталою для кожної пружності. Для гумових елементів $\omega\mu=0,06$, для сталевих – $0,008$. Але тепер уже не існує частоти, для якої $c(1+i\omega\mu)=\omega^2m$. Існує частота ω_0 , для якої модуль вектора x є мінімальним; вона близька до антирезонансної, коли $\omega_0^2=c_1/m$. Для системи з віброгасником m можна побудувати амплітудно-частотні, а в разі потреби – й фазо-частотні криві. Уведення комплексних пружностей дозволяє знайти комплексні амплітуди A і A_1 основного тіла M та гасника m за формулами

$$\begin{aligned} A &= (c_1 - \omega^2 m) F_0 / ((c' - \omega^2 M)(c_1 - \omega^2 m) - c_1^2), \\ A_1 &= c_1 F_0 / ((c' - \omega^2 M)(c_1 - \omega^2 m) - c_1^2), \\ c_1 &:= c_1(1 + \omega\mu_1 i), \quad c := c(1 + \omega\mu i). \end{aligned} \quad (2)$$

Справжні амплітуди a та a_1 є модулями цих комплексних амплітуд, а фази φ та φ_1 – їх аргументами. Ясно, що можна попередньо перейти до дійсної форми для амплітуд, виконавши дії над комплексними числами, а потім знайти модуль отриманого комплексного числа. На рис. 2 зображені відповідні лінії без врахування опорів. Очевидна майже незалежність частот резонансу та антирезонансу від величини опорів, які штучно зосереджуються у пружностях. Цей метод аналогічний штучній концентрації опорів електричному струму на схемі при використанні закону Ома для всієї мережі. Вони враховуються як лінійні члени виду $c\mu x \dot{\omega}$. При $\mu=0$ звідси отримується система рівнянь без врахування опорів. У цьому випадку амплітудні множники – дійсні числа й коливання мас у системі синхронні й синфазні при $\omega < \omega_0$, але протифазні при $\omega_0 < \omega$. Безумовно, можна скласти диференціальні рівняння у дійсній формі, а відповідні алгебраїчні рівняння для множників при косинусах та синусах частоти ω створять систему 4 лінійних рівнянь з 4 невідомими. Її розв'язання значно складніше, ніж системи з 2 невідомими, що очевидно з відповідних сторінок у [2, с. 124-126].

Менша власна частота не зображена на рис. 2. Очевидна близькість другої (більшої) власної частоти до частоти антирезонансу (у безрозмірних змінних вона прийнята за 1). Амплітуда основного тіла в цьому режимі набагато менше, ніж у режимі без віброгасника. Парадоксально, але наявність опору не дає повного гасіння коливань ($a=0$), яке дає теорія при відсутності опорів.

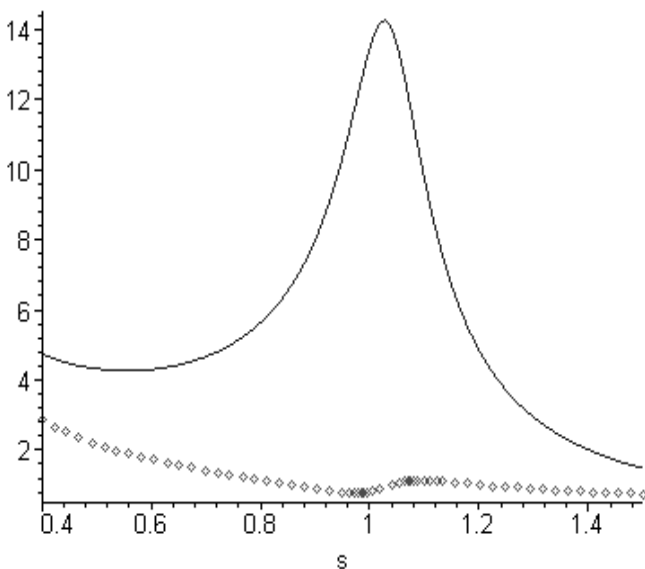


Рис. 2.

Разом із колегами та учнями М.В. Сухіним, Л.Г. Хухловичем, В.М. Беловодським та ін. у ДПІ автор запропонував і реалізував різні вібромашини, де схема віброгасника використовувалася для збудження коливань робочого органа, який відіграв роль реактивної маси m , а збудники коливань установлювалися на рамі з масою M . За цією схемою були розраховані та сконструйовані віброгрохоти, віброцентрифуги, віброживильники тощо. Збудники та фундаменти, на яких встановлені машини, отримують значно менше навантаження при тому ж технологічному ефекті.

Віброгасіння пружним середовищем. Досліджуючи динаміку горизонтальної віброплощадки для формування виробів із бетонних сумішей в 1975 р., автор стикнувся з парадоксальним результатом: повинен існувати режим коливань форми з в'язко-пружним середовищем, коли форма буде мати майже нульові амплітуди при інтенсивних деформаціях суміші. Розповідаючи про це замовнику – керівництву Харківського домобудівного комбінату (ХДБК), автор почув згадку головного технолога про випробування такої площадки, коли раптово припинилися коливання форми. Присутні навіть вирішили, що хтось вимкнув ру-

бильник. Подивились – він включений. Незважаючи на практично нерухому форму, на її поверхні виступило цементне «молоко», що свідчило про інтенсивні деформації суміші. Через деякий час коливання форми відновилися. Тоді це явище було незрозуміле. Тепер йому було дано пояснення завдяки математичному моделюванню динаміки віброплощинки з врахуванням її взаємодії із сумішшю та двигунами збудників [3]. При обговоренні результатів на кафедрі математики Донецької політехніки доц. Я.Є. Степановим була висловлена думка про спорідненість цього явища відомому віброгасінню додатковим тілом на пружині коливань основного тіла, до якого прикладена гармонічна сила. Тут роль основного тіла відіграє форма, а додаткового – бетонна суміш. Після цього були численні доповіді на семінарах та конференціях у Ленінграді, Москві, Києві, Дніпропетровську, Донецьку та в інших містах, публікація [3]. На цій ідеї були побудовані й пропозиції по створенню багатьох вібромашин для вібротехнології обробки сипучих матеріалів, послабленню та руйнуванню вугільного стовпа, гасінню коливань довгих валів, оброблюваних на токарних верстатах, збудженню та передачі вібрацій через канат тощо.

З математичної точки зору мова йде про систему звичайного диференціального рівняння та рівняння у частинних похідних, зв'язаних граничними умовами. Прикладом є система

$$\begin{aligned} my'' + cy + c_0(y - u(0, t)) &= F_0 \sin \omega t, \\ \rho u_{tt} &= E u_{xx}, \quad E u_x(0, t) = c_0(y - u(0, t)), \quad u(l, t) = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Тут E – модуль Юнга для стержня лінійної густини ρ , який з'єднаний з вібруючою масою m на пружині c за допомогою пружності c_0 зліва, $u(x, t)$ – подовжня деформація стержня, l – його довжина, F_0 – амплітуда, ω – частота збуджуючої сили, яка прикладена до маси m . Правий кінець стержня тут закріплений жорстко. Пошук гармонічних коливань частоти ω приводить до знаходження спектру антирезонансних частот і амплітуд. Врахування опорів дає ненульову амплітуду коливань маси m , але значно меншу, ніж без стержня. Теоретично гасіння буде не тільки при конкретному ω_1 , яке визначається граничними умовами, а й при кратних частотах. Практично, амплітуди гармонік пружного середовища завдяки силам опорів швидко спадають. Коливання бетонної суміші у формі дає величину $u(0, t) = u(l, t) = y(t)$ на ліво-

му та на правому кінці у рівняннях (3). Але там важливо врахувати й в'язкі сили взаємодії суміші та форми, які розподілені вздовж форми. У режимі віброгасіння на кінцях форми встановлюються вузли стоячих хвиль, коли амплітуда коливань форми $a=0$ і $u(0, t)=u(l, t)=0$. Для першої власної частоти формою коливань є напівсинусоїда $U(x)=U_0\sin px$, де $p=\omega\sqrt{\rho/E}$. Резонансна частота для подовжних хвиль $\omega_1=\pi c/l$, де c – швидкість розповсюдження хвиль; $c^2=E/\rho$. В описаному головним технологом ХДБК явищі в ході формування змінювалося значення c і коли воно досягло $c_1=l\omega_1/\pi$, суміш стала відігравати роль віброгасника коливань форми. Інтенсивні деформації суміші привели до її подальшого ущільнення, збільшення швидкості розповсюдження хвиль і виходу з режиму віброгасника. Хвилі вже не гасили коливань форми й її коливання стали помітними.

При створенні реальної горизонтальної віброплощини хотілося зберегти роботу двох дебалансних збудників у схемі самосинхронізації. Ефект самосинхронізації досягається за рахунок установки обох збудників на *вібруючому* тілі. Хоча повного гасіння коливань форми й не було, але рівень її коливань зменшився в 5-6 разів. Експеримент засвідчив збереження самосинхронізації збудників навіть на етапі гасіння коливань форми.

Література

1. Frahm H. Neuartige Schlingertanks zur Abdampfung von Schiffsrollbewegung // Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Bd.XII. – Berlin: Springerferlag. – S. 283–364.
2. Собрание трудов академика А.Н. Крылова. Т.Х. Вибрация судов. – М.-Л.:АН СССР, 1948. – 402 с.
3. Филер З.Е. Динамический гаситель колебаний. – Донецк: ДПИ, 1981. – 61 с. (Рукопись депонирована в ВИНТИ 2.12.1981.г., 5405-81 Деп.).
4. Ден-Гартог Дж.П. Теория колебаний. – М.-Л.: Гостехиздат, 1942. – 432 с.

ПРО РОЗЩЕПЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РІВНІВ В КЛАСИЧНІЙ ФІЗИЦІ

А.Ю. Фролова, В.І. Хохлов
м. Харків, Українська інженерно-педагогічна академія
fed@postmaster.co.uk

До програм з фізики для майже всіх інженерних спеціальностей підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів входить важливий розділ “Фізика твердого тіла”, в якому завжди чинне місто займає тема “Зонна теорія твердих тіл”. Без вивчення цієї теми неможливо пояснити, чому одні тверді тіла є провідниками (металами), а інші – діелектриками або напівпровідниками, а отже не можна вважати освіту інженера повноцінною.

Наш досвід викладання загальної фізики у вищих навчальних закладах показує, що студенти досить важко сприймають механізм утворення енергетичних зон для електронів в кристалічних твердих тілах. У спеціальних курсах з теорії твердого тіла, що вивчаються на фізичних та фізико-технічних факультетах університетів, на вивчення цієї теми виділяється значно більше часу.

В цих курсах спочатку розглядається енергетичний спектр електронів в одновимірній кристалічній решітці (так звана модель Кроніга-Пенні). Точний розв’язок рівняння Шредінгера приводить до такого результату: енергетичний спектр електрона набуває зонного характеру – існують інтервали енергій, які електрон може мати (зони дозволених значень енергій), а також інтервали енергій, яких електрон в даній моделі мати не може (зони заборонених значень енергій).

Потім від цієї задачі, що має методичний характер, переходять до реалістичних тривимірних задач: розв’язується рівняння Шредінгера у двох протилежних випадках – слабого зв’язку і сильного зв’язку. Наближення слабого зв’язку має відношення до валентних електронів атомів у кристалі.

Наближення сильного зв’язку застосовується до електронів так званих атомних залишків.

В обох цих граничних випадках за допомогою методів квантової механіки отримують той же результат: енергетичний

спектр електронів в кристалічних твердих тілах має зонний характер – спектр складається із зон дозволених значень енергій і зон заборонених значень енергій. Причому зони заборонених значень енергій пов'язуються з брегівським відбиванням електронних хвиль від вузлів кристалічної решітки.

На звичайних інженерних факультетах вищих навчальних закладів 3-го і 4-го рівнів акредитації не вистачає часу для такого докладного викладання цього питання.

В цьому випадку використовують інший спосіб пояснення механізму утворення зон електронних енергій в кристалах.

Спочатку розглядають N однакових атомів на великій відстані один від одного. Електронні енергетичні рівні всіх таких атомів однакові (тотожні). В такому випадку кажуть, що енергетичні рівні N -кратно вироджені. При наближенні таких атомів до таких відстаней, при яких вони утворюють кристал, завдяки взаємодії атомів між собою виродження енергетичних рівнів знімається повністю або частково. Це відбувається у повній відповідності з положеннями квантової механіки: якщо на систему, енергетичні рівні якої вироджені, діє яке-небудь збурення, то виродження рівнів знімається повністю, або частково.

При цьому енергетичні рівні розщеплюються, утворюючи енергетичні зони, в яких щільно розташовані близькі за енергіями підрівні.

При утворенні кристалу з N атомів, якщо виродження знімається повністю, кожний енергетичний рівень електрона в ізольованих атомах розщеплюється на N підрівнів.

В типовому макроскопічному зразку кристала N порядку числа Авогадро $N_A \approx 6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. Оскільки ширина зони становить кілька електрон-вольт, то підрівні всередині дозволеної зони розташовані так щільно, що можна вважати енергію неперервною.

Між зонами дозволених значень енергії, що утворились при розщепленні атомних електронних рівнів, можуть утворитись зони заборонених значень енергії.

Це буде в тому випадку, якщо спільна ширина сусідніх дозволених зон менша відстані між сусідніми атомними енергетичними рівнями, за рахунок розщеплення яких ці зони утворились.

Якщо ж спільна ширина сусідніх дозволених зон більша від-

стані між відповідними атомними енергетичними рівнями, то зони можуть перетнутися і утворити одну спільну зону.

Однак, оскільки квантова механіка дуже складна для сприйняття її за той час, що відводиться на її вивчення в сучасних типових програмах з фізики для інженерів, у студентів не виникає стійкого розуміння зонної теорії твердих тіл. Крім того, у них створюється враження, що саме розщеплення енергетичних рівнів є вигадка, притаманна незрозумілій квантовій механіці.

Щоб подолати психологічний бар'єр, який виникає звичайно у студентів при вивченні вказаної теми, ми пропонуємо розглянути аналогічну ситуацію, що виникає в деяких задачах класичної (неквантової) фізики.

Цьому і присвячена дана робота.

Розглянемо два однакових пружинних маятника однакової маси m на невагомих пружинах з однаковим коефіцієнтом пружності k .

Як відомо з механіки, рух таких маятників описується другим законом Ньютона

$$m\ddot{x} = -kx, \quad (1)$$

де x – зміщення маси m від положення рівноваги, $F_{np} = -kx$ – проекція сили пружності на вісь x (закон Гука), \ddot{x} – прискорення (друга похідна від x за часом t).

Рівняння (1) є рівнянням гармонічних коливань. Його розв'язок у комплексній формі має вигляд

$$x(t) = A \cdot e^{i\omega_0 t}, \quad (2)$$

де $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – власна циклічна частота коливань маятника, A – амплітуда коливань, яка залежить від початкових умов.

Таким чином, частоти коливань цих двох розглянутих маятників однакові. Використовуючи квантово-механічну термінологію, можна сказати, що стан системи з двох однакових пружинних маятників двічі вироджений.

З'єднаємо тепер ці пружинні маятники невагомою пружиною з коефіцієнтом пружності k' так, як це показано на рис. 1.

Розглянемо коливання цієї системи зв'язаних маятників.

Позначимо через x_1 зміщення першого (лівого) маятника від його положення рівноваги, x_2 – зміщення другого (правого) маятника від його положення рівноваги.

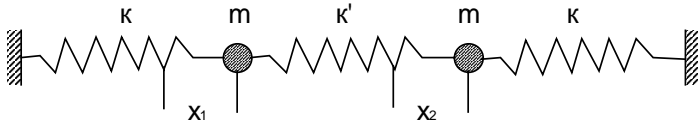


Рис. 1.

На перший маятник діє сила пружності з боку лівої пружини $F_1 = -kx_1$, а також сила пружності з боку середньої пружини $F' = -k'(x_1 - x_2)$. Тут $(x_1 - x_2)$ – деформація середньої пружини. Якщо $(x_1 - x_2) > 0$, то сила F' збігається за напрямком з силою F_1 . На другий маятник діють сила пружності з боку правої пружини $F_2 = -kx_2$, а також сила пружності середньої пружини $F'' = -F' = -k'(x_2 - x_1)$.

Вважаємо, що у положенні рівноваги всі пружини недеформовані.

Запишемо рівняння руху маятників за другим законом Ньютона.

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 = -kx_1 - k'(x_1 - x_2), \\ m\ddot{x}_2 = -kx_2 - k'(x_2 - x_1). \end{cases} \quad (3)$$

Будемо шукати розв'язок системи диференціальних рівнянь (3) у вигляді

$$\begin{cases} x_1 = A_1 \cdot e^{i\omega t}; \\ x_2 = A_2 \cdot e^{i\omega t}. \end{cases} \quad (4)$$

Підставимо вирази (4) до системи (3) і отримаємо після скорочення систему алгебраїчних рівнянь для амплітуд A_1 і A_2 :

$$\begin{cases} -m\omega^2 A_1 = -kA_1 - k' A_1 + k' A_2, \\ -m\omega^2 A_2 = -kA_2 - k' A_2 + k' A_1. \end{cases} \quad (5)$$

Поділивши обидва рівняння системи (5) на m , приведемо її до канонічного вигляду

$$\begin{cases} \left(\omega^2 - \frac{k + k'}{m} \right) A_1 + \frac{k'}{m} A_2 = 0, \\ \frac{k'}{m} A_1 + \left(\omega^2 - \frac{k + k'}{m} \right) A_2 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Система (6) – це система лінійних однорідних рівнянь відно-

сно A_1 і A_2 . Як відомо з лінійної алгебри, така система має нетривіальні розв'язки, якщо детермінант системи дорівнює нулю:

$$\begin{vmatrix} \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa'}{m} \right) & \frac{\kappa'}{m} \\ \frac{\kappa'}{m} & \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa'}{m} \right) \end{vmatrix} = 0.$$

Звідси маємо

$$\begin{aligned} \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa'}{m} \right) - \left(\frac{\kappa'}{m} \right)^2 &= 0. \\ \left(\omega^2 - \frac{\kappa}{m} \right) \left(\omega^2 - \frac{\kappa + 2\kappa'}{m} \right) &= 0. \end{aligned} \quad (7)$$

З останнього рівняння (7) отримаємо власні частоти коливань системи зв'язаних маятників:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{\kappa}{m}} = \omega_0; \quad (8)$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{\kappa + 2\kappa'}{m}} = \sqrt{\omega_0^2 + 2\frac{\kappa'}{m}}. \quad (9)$$

Підставивши ці значення ω до системи (6), одержимо:

$$\omega = \omega_1 \Rightarrow A_1 = A_2; \quad (10)$$

$$\omega = \omega_2 \Rightarrow A_1 = -A_2. \quad (11)$$

Ми бачимо, що в першому випадку $\omega = \omega_1 = \omega_0$, система зв'язаних маятників коливається з тією ж частотою ω_0 , що і не зв'язані маятники. Це і не дивно, тому що в цьому випадку маятники коливаються синфазно з однаковими амплітудами ($A_1 = A_2$); при цьому середня пружина, що їх зв'язує, не деформується, а через те і не впливає на їх рух.

В другому випадку частота коливань

$$\omega = \omega_2 = \omega_0 \sqrt{1 + 2\frac{\kappa'}{\kappa}} > \omega_0$$

більша від частоти окремих (незв'язаних) маятників. При цьому маятники коливаються з однаковими за величиною амплітудами, але протифазно, про що говорить знак "мінус" у співвідношенні $A_1 = -A_2$.

Таким чином, "взаємодія" маятників, яка здійснюється через середню пружину (κ'), призводить до розщеплення частотного

спектра (рис. 2), що відповідає розщепленню електронних енергетичних рівнів у задачі про рух електронів в кристалі.

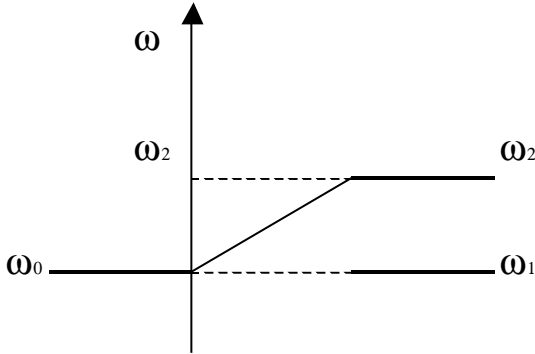


Рис. 2.

Величина розщеплення

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_0 = \omega_0 \left(\sqrt{1 + 2\frac{\kappa'}{\kappa}} - 1 \right), \quad (12)$$

як і у випадку електронних рівнів, залежить від “взаємодії” зв’язаних маятників (від сили їх зв’язку κ'): при $\kappa'=0$ $\Delta\omega=00$ ($\omega_1=\omega_2=\omega_0$, тобто має місце виродження частотних рівнів).

У частинному випадку $\kappa'=\kappa$ отримаємо для ω_2 відомий результат $\omega_2 = \omega_0 \sqrt{3}$.

При наявності часу можна розглянути задачу про коливання системи трьох зв’язаних маятників (рис. 3).

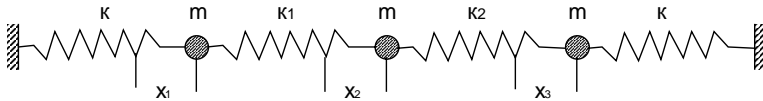


Рис. 3.

Будемо вважати, що у стані рівноваги всі пружини недеформовані.

Якщо x_1, x_2, x_3 – відхилення відповідного маятника від положення його рівноваги, то рівняння руху маятників у цьому випадку будуть мати вигляд:

$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 = -\kappa x_1 - \kappa_1(x_1 - x_2); \\ m\ddot{x}_2 = -\kappa_1(x_2 - x_1) - \kappa_2(x_2 - x_3); \\ m\ddot{x}_3 = -\kappa x_3 - \kappa_2(x_3 - x_2). \end{cases} \quad (13)$$

Будемо шукати розв'язок системи (13) у вигляді

$$x_1 = A_1 \cdot e^{i\omega t}; \quad x_2 = A_2 \cdot e^{i\omega t}; \quad x_3 = A_3 \cdot e^{i\omega t}.$$

Тоді система диференціальних рівнянь (13) перетвориться у систему алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} -m\omega^2 A_1 = -\kappa A_1 - \kappa_1(A_1 - A_2), \\ -m\omega^2 A_2 = -\kappa_1(A_2 - A_1) - \kappa_2(A_2 - A_3), \\ -m\omega^2 A_3 = -\kappa A_3 - \kappa_2(A_3 - A_2). \end{cases} \quad (14)$$

Поділимо останні рівняння на m і перепишемо систему (14) у канонічному вигляді:

$$\begin{cases} \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa_1}{m} \right) A_1 + \frac{\kappa_1}{m} A_2 = 0, \\ \frac{\kappa_1}{m} A_1 + \left(\omega^2 - \frac{\kappa_1 + \kappa_2}{m} \right) A_2 + \frac{\kappa_2}{m} A_3 = 0, \\ \frac{\kappa_2}{m} A_2 + \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa_2}{m} \right) A_3 = 0. \end{cases} \quad (15)$$

Система однорідних лінійних рівнянь (15) має нетривіальний розв'язок, якщо детермінант системи дорівнює нулю.

$$\begin{vmatrix} \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa_1}{m} \right) & \frac{\kappa_1}{m} & 0 \\ \frac{\kappa_1}{m} & \left(\omega^2 - \frac{\kappa_1 + \kappa_2}{m} \right) & \frac{\kappa_2}{m} \\ 0 & \frac{\kappa_2}{m} & \left(\omega^2 - \frac{\kappa + \kappa_2}{m} \right) \end{vmatrix} = 0 \quad (16)$$

Рівняння (16) в загальному вигляді дуже складне, тому далі зручно розглянути окремі випадки.

Нехай всі пружини однакові, тобто $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$.

В цьому випадку рівняння (16) набуває вигляду:

$$\begin{vmatrix} (\omega^2 - 2\omega_0^2) & \omega_0^2 & 0 \\ \omega_0^2 & (\omega^2 - 2\omega_0^2) & \omega_0^2 \\ 0 & \omega_0^2 & (\omega^2 - 2\omega_0^2) \end{vmatrix} = 0, \quad (17)$$

де $\omega^2 = \frac{\kappa}{m}$.

Рівняння (17) можна записати у формі:

$$(\omega^2 - 2\omega_0^2)[(\omega^2 - 2\omega_0^2)^2 - 2\omega_0^4] = 0. \quad (18)$$

Тепер легко записати розв'язки рівняння (18)

$$\omega_1 = \omega_0 \sqrt{2 - \sqrt{2}};$$

$$\omega_2 = \omega_0 \sqrt{2};$$

$$\omega_3 = \omega_0 \sqrt{2 + \sqrt{2}}.$$

Зауважимо, що $\omega_1 < \omega_0 < \omega_2 < \omega_3$.

Таким чином, в цьому випадку теж виникає розщеплення частотного спектра, але вже на три різні частоти.

У випадку $\kappa_1=0$ рівняння (16) набуває вигляду:

$$(\omega^2 - 2\omega_0^2) \left(\omega^4 - \omega^2 \frac{\kappa + 2\kappa_2}{m} + \frac{\kappa_1 \kappa_2}{m^2} \right) = 0. \quad (19)$$

З цього рівняння знайдемо частоти

$$\omega_1 = \omega_0;$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{\kappa + 2\kappa_2 + \sqrt{\kappa^2 + 4\kappa_2^2}}{2m}} > \omega_0;$$

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{\kappa + 2\kappa_2 - \sqrt{\kappa^2 + 4\kappa_2^2}}{2m}} < \omega_0.$$

Як бачимо, і в цьому випадку виникає розщеплення частотного спектра на три різні частоти.

Таким чином, можна запропонувати перед вивченням зонної теорії твердих тіл розглянути наведені вище задачі про нормальні коливання зв'язаних маятників. Ці задачі класичної механіки більш наочні, і тому можна очікувати, що студентам буде більш зрозуміле розщеплення енергетичних рівнів електронів в кристалічних тілах. Крім того, розглянуті задачі можуть бути корисними при вивченні теми “Теплоємність твердих тіл”, яка, так чи

інакше, зв'язана з коливальним спектром атомів в кристалі.

Література

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Издательство физико-математической литературы, 1963.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. – М.: Мир, 1974.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978.
4. Филиппов А.Т. Многоликий солитон. – М.: Наука, 1986.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТВЕРДОГО ТЕЛА

В.А. Хрисанов

г. Кривой Рог, Криворожский технический университет

khrisanov@alba.dp.ua

Одной из центральных тем курса физики твердого тела является изучение колебаний кристаллической решетки. Как известно, переход к дискретной структуре приводит к следующим важным результатам [1]: 1) спектр образован конечным набором частот колебаний, определяемым числом атомов в кристалле; 2) существует максимальное значение частоты, тогда как в случае непрерывного распределения вещества возможны колебания со сколь угодно большими частотами; 3) смещения атомов вдоль цепочки образуют стоячие волны. При выводе этих результатов используются периодические условия Борна-Кармана. Это приближение справедливо только для кристаллов с очень большим числом атомов, когда отдельные частоты уже не имеют значения и на первое место выступает их спектр в целом. Поэтому обычно вычисление частот колебаний в рамках данного учебного курса опускается. Здесь следует отметить, что указанный расчет возможно произвести и без привлечения приближения периодических граничных условий [2]. Для изучения колебательных свойств твердого тела была предложена простая модель линейного кристалла, включающего всего 4 атома. Небольшие размеры цепочки, тем не менее, позволяют продемонстрировать все перечисленные выше теоретические выводы, а также показать существование локальных мод в кристаллах с дефектами как результаты прямых и простых расчетов предложенной модели. Изучение колебаний решетки с помощью предложенной модели можно разбить на 3 шага.

Шаг 1. Линейный кристалл, состоящий из 4-х идентичных атомов массой m с одинаковыми связями между ними с упругой константой C .

Уравнения движения образуют систему из четырех дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{C}{m}(-2x_1 + x_2) \\ \frac{d^2 x_2}{dt^2} = \frac{C}{m}(x_1 - 2x_2 + x_3) \\ \frac{d^2 x_3}{dt^2} = \frac{C}{m}(x_2 - 2x_3 + x_4) \\ \frac{d^2 x_4}{dt^2} = \frac{C}{m}(x_3 - 2x_4) \end{cases}, \quad (1)$$

которая имеет ненулевое решение, если равен нулю ее определитель

$$\begin{vmatrix} 2f^2 - 1 & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 1/2 & 2f^2 - 1 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 2f^2 - 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & 2f^2 - 1 \end{vmatrix} = 0, \quad (1)$$

где $\omega_0^2 = 4 \frac{C}{m}$ и $f^2 = \frac{\omega^2}{\omega_0^2}$. Уравнение (2) легко сводится к биквадратному уравнению

$$(2f^2 - 1)^4 - \frac{3}{4}(2f^2 - 1)^2 + \frac{1}{16} = 0, \quad (3)$$

имеющему 4 корня:

$$f_i = \frac{1}{2} \sqrt{2 \pm \sqrt{\frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}}}, \quad i = 1, 2, 3, 4. \quad (4)$$

После вычислений по формуле (4) получаем колебательный спектр четырехатомного линейного кристалла с относительными частотами f_i , $i = 1, \dots, 4$, равными: 0.309, 0.588, 0.809, 0.951.

Согласно выводам теории, излагаемым в рамках теоретического курса, максимальная частота колебаний линейной цепочки идентичных атомов $\omega_{\max} = 2\sqrt{C/m}$. Поскольку $\omega_0 = \omega_{\max}$, то, очевидно, что все найденные частоты ω находятся в пределах от 0 до ω_{\max} .

С помощью данной модели также довольно легко найти смещения атомов и показать, что они образуют стоячие волны. Поскольку ранг системы (1) равен трем, то, приписывая одной из переменных, например x_4 , какое-либо произвольное значение α , для смещений атомов получаем

$$x_1 = \frac{\alpha}{p(2-p^2)}; \quad x_2 = -\frac{\alpha}{2-p^2}; \quad x_3 = \frac{\alpha(p^2-1)}{p(2-p^2)}; \quad x_4 = \alpha, \quad (5)$$

где p – функция квадрата относительной частоты: $p=4f^2-2$.

Координаты смещений каждого атома при данной частоте колебаний f_i образуют так называемый вектор смещений $\mathbf{r}_i = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, $i=1, 2, 3, 4$. Так, выбрав $\alpha=2$, получаем следующие векторы смещений:

$$\mathbf{r}_1 = \{2, 3.236, 3.236, 2\}, \quad \mathbf{r}_2 = \{-2, -1.236, 1.236, 2\},$$

$$\mathbf{r}_3 = \{2, -1.236, -1.236, 2\}, \quad \mathbf{r}_4 = \{-2, 3.236, -3.236, 2\},$$

Графическое представление векторов показывает, что смещения атомов образуют стоячие волны (рис. 1).

Шаг 2. Линейного кристалла из 4-х атомов с двумя атомами на элементарную ячейку. Массы атомов в ячейке m_1 и m_2 , все связи идентичны.

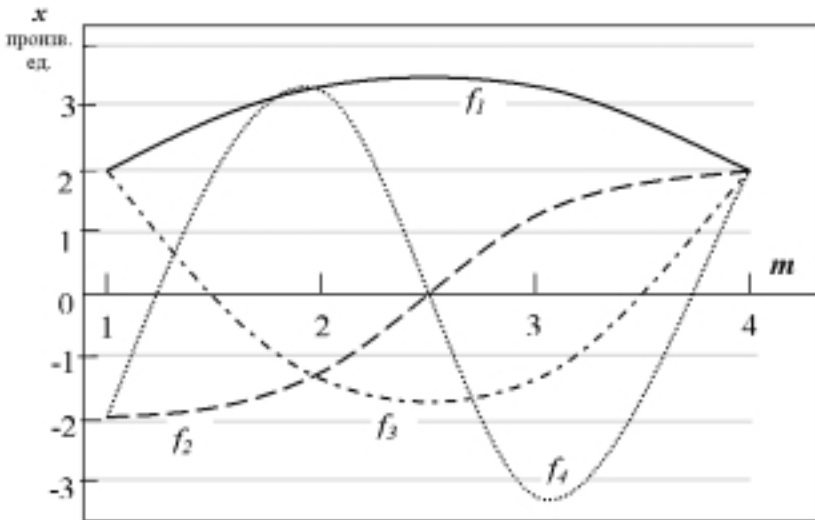


Рис. 1. Смещения каждого атома n ($n=1, 2, 3, 4$) для всех колебательных мод f_i ($i=1, 2, 3, 4$) линейного кристалла.

Такое развитие модели по-прежнему оставляет ее достаточно прозрачной и доступной для элементарного анализа. В ходе решения данной задачи мы можем продемонстрировать разделение колебательного спектра на две ветви: акустическую и оптическую, между которыми расположена запрещенная зона. Согласно теории, полный колебательный спектр линейного кристалла из N атомов 2-х сортов содержит N частот, равномерно распределенных между акустической и оптической ветвями. В запрещенной зоне, в отсутствие дефектов, не может находиться ни одна частота. Применительно к нашей линейной цепочке, мы должны показать, что из 4-х частот две принадлежат акустической зоне и две оптической, запрещенная зона должна оставаться пустой. Границы каждой из зон также хорошо известны из теории. По-прежнему измеряя частоты колебаний в единицах ω_0 , границы зон определяются следующими пределами:

$$0 < f_{\text{ак}} < \sqrt{\frac{1 - \sqrt{1 - \gamma^2}}{2}}, \quad \sqrt{\frac{1 + \sqrt{1 - \gamma^2}}{2}} < f_{\text{оп}} < 1, \quad (6)$$

где для линейного кристалла с двумя атомами на элементарную ячейку и с одинаковыми связями $\gamma^2 = 4m_1m_2/(m_1+m_2)$.

Следуя алгоритму, примененному к задаче 1, получаем следующее решение системы уравнений движения:

$$f = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{1 \pm \frac{1}{1 + \varepsilon} \sqrt{(\varepsilon - 1)^2 + \varepsilon \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}}} \quad (7)$$

с обозначениями

$$\varepsilon = \frac{m_1}{m_2} \quad \text{и} \quad \omega_0^2 = 2(1 + \varepsilon)C/m_1. \quad (8)$$

Ширина запрещенной зоны Δ определяется как разность между минимальной оптической и максимальной акустической частотами, указанными в (6).

Таблица 1. Спектр частот колебаний атомов модели.

ε	f_1	f_2	f_3	f_4	$f_{\text{ак}}^{\text{max}}$	$f_{\text{оп}}^{\text{min}}$	Δ
1	0.309	0.588	0.809	0.951	—	—	—
2	0.290	0.528	0.849	0.957	0.577	0.816	0.239
4	0.243	0.419	0.908	0.970	0.447	0.894	0.447

Рассматривались модели с отношениями масс атомов ячейки $\varepsilon=2$ и $\varepsilon=4$. Рассчитанные по формулам (7) частоты колебаний приведены в табл. 1 и помещены в структуру спектра, определенную по формулам (6) (рис. 2). Результат показывает равное разделение частот колебаний между акустической и оптической зонами и отсутствие решений вне этих зон.

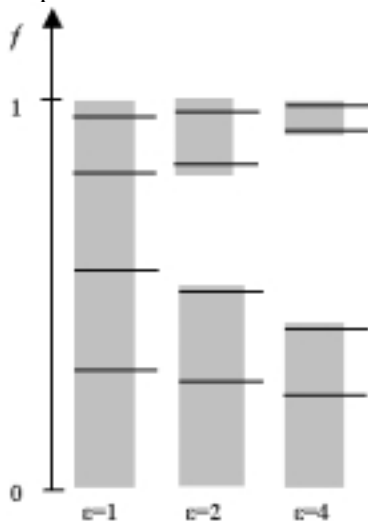


Рис. 2. Зонная структура спектра и частоты колебаний.

Шаг 3. Линейный кристалл с дефектом замещения.

В цепочки из четырех атомов массой m , рассмотренной в шаге 1, второй атом заменен атомом другого сорта массой M . Добавление такого условия также приводит к необходимости решения уравнения 4-й степени от f^2 , но вычисление корней становится трудоемким и поэтому рекомендуется применение численных методов. Приняв $M=m/3$, получаем спектр с частотами 0.349, 0.787, 0.838, 1.340. Очевидно, что частота $f_4=1.340$ лежит выше максимальной частоты идеального кристалла и представляет собой локализованную моду. Векторы смещений атомов уже не будут образовывать стоячих волн. Вектор смещений атомов, соответствующий этой частоте, $\mathbf{r}_4=\{-4.99, 25.84, -5.18, 1.00\}$. Координаты вектора показывают, что локализованная мода колебаний, обусловленная наличием точечного дефекта замещения, приводит к тому, что атом замещения при этой частоте

может иметь амплитуду колебаний, значительно отличающуюся от амплитуд колебаний других атомов.

Таким образом, с помощью простой модели могут быть воспроизведены основные результаты гармонической теории колебаний решетки кристаллов.

Литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Физматгиз, 1963.
2. Глушко Е.Я., Хрисанов В.А. Колебательные моды ограниченной цепочки атомов. // Физика низких температур. – 1997. – Т. 23. – № 11. – С. 1215-1222.

К ВОПРОСУ О ЕДИНИЦАХ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

В.И. Цоцко

г. Днепропетровск, Днепропетровский государственный
аграрный университет
info@dsau.dp.ua
dsau@dsau.dp.ua

Физика – наука опытная, практическое подтверждение физических закономерностей выступает окончательным критерием истинности добытого знания. Деление физики на теоретическую и экспериментальную оригинально оттеняет значимость эксперимента. Если в общей физике обширный массив опытов выстраивается в цепочку, индуктивно ведущую к сути явления, то в теоретической физике, наоборот, из минимума фактического материала формируются несколько обобщенных принципов, а из них получают максимальное количество разноплановых следствий. Однако в обоих случаях опора на опыт сохраняется. Суть физического метода составляет собственно измерение, сравнение, в нем отражена ключевая идея физики – идея элементарности. Сравнению поддаются только простые особенности, однозначные характеристики. Именно в физике процесс измерения достигает наибольшего совершенства – он оперативен и точен. Другие естественные науки, разрабатывая собственные методы исследований, используют физические методы и приборы, адаптируя их к своим задачам.

Поддающиеся измерению свойства объективного мира носят название физических величин. Число их в принципе не ограничено, практически используются близко сотни разнообразных физических величин. Меры указанных свойств, задающие масштабы измерений, называются единицами измерений.

Физические величины связаны между собой определенными соотношениями. Для каждой физической величины можно установить свою единицу, никак не связанную с единицами других величин. Тогда в каждом соотношении, выражающем физический закон, добавлялся бы согласующий коэффициент, усложняющий формулу и отвлекающий от сути.

Вместо независимого выбора единиц, пользуются системами единиц. Для их формирования из всех физических величин выделяются основные или первичные физические величины, единицы измерения которых (основные единицы измерений) устанавливаются произвольно и независимо и определяются образцовыми – эталонными телами, находящимися в заданных условиях. Все остальные величины являются производными или вторичными, единицы их измерений (производные единицы измерений) определяются через основные единицы на основании известной зависимости вторичных величин через первичные. Отличие между основными и производными единицами измерений аналогично отличию между прямыми (с помощью приборов) и косвенными (с помощью соотношений) измерениями. Первичные величины играют роль базиса пространства измерений, по которому можно разложить все остальные (вторичные) величины.

В настоящее время, как известно, среди многих систем единиц, отличающихся выбором первичных величин и масштабами их единиц, приоритетной является Международная система (SI) единиц измерений, в которой в качестве основных единиц выбраны следующие:

- 1) единица длины – метр (м);
- 2) единица времени – секунда (с);
- 3) единица массы – килограмм (кг);
- 4) единица температуры – кельвин (К);
- 5) единица количества вещества – моль;
- 6) единица силы тока – ампер (А);
- 7) единица силы света – кандела (кд).

Почему первичных величин семь? Является ли это данью удобству классификации, как семь основных цветов, семь нот, семь дней недели? Или здесь кроется определенная закономерность? Иначе – насколько независимы первичные величины, чтобы однозначно формировать размерность базиса измерений? Принято считать, что число первичных величин есть вопрос соглашения [1]. Так ли это?

Пойдем в обратном порядке. Анализируя определение силы света (и ее единицы измерения), посредством которой вводятся все фотометрические величины: световой поток, освещенность,

светимость, яркость, можно отметить, что ее независимость от «механических» понятий (энергии, времени, длины и т. д.) определяется экспериментально устанавливаемыми функцией видности (относительной спектральной световой эффективностью) и механическим эквивалентом света (0,0014641 лм/Вт) [2, с. 204], т.е. способностью человека глазами воспринимать энергию излучения. Налицо антропоморфная природа силы света и «базисность» ее условна, ибо ничто не мешает по аналогии ввести в качестве первичных величин, например, эквивалентную дозу ионизирующего излучения или эритемный и бактериальный потоки ультрафиолетового излучения. Тогда появились бы новые основные единицы измерений – зиверт или эр и бакт [2, с. 206].

Электромагнитные величины берут свои истоки от понятий электрического заряда или силы тока, которые необходимы для описания особого свойства материи, проявляющегося в возникновении взаимодействия между заряженными телами. Заряд или силу тока «привязывают» к механическому понятию «сила» соответствующим законом (Кулона или Ампера) и задание единицы измерения электромагнитной первичной величины равноценно определению соответственной константы взаимодействия (электрической или магнитной постоянной). Таким образом, любой иной тип взаимодействия (например ядерные или слабые взаимодействия) вправе иметь в форме соответствующего заряда новую «базисную» величину, чего нет на практике.

Первичная величина – количество вещества непосредственно выражается через понятие массы и, следовательно, имеет «механический» характер. Понятие количества вещества и ее единицы – моля – макроскопически отображает соотношение масс веществ при химических превращениях и позволяет оперировать такими порциями веществ, которые не образуют остатков в реакциях. Такая «базисность» есть вопрос договора, удобства.

Температура характеризует равновесное состояние макроскопических тел и безусловно является новой независимой физической величиной. Отношение двух значений термодинамической температуры вводится (В. Томсон, 1848) посредством отношения теплот (энергий) – взятой у нагревателя и отданной холодильнику при изотермических процессах цикла Карно. Отношение термодинамических температур можно определить отно-

шением объемов идеального газа при постоянном давлении или отношением внутренних энергий идеального газа в состояниях с данными температурами. Следовательно, первичная величина – температура вполне описывается механически.

В качестве механических первичных величин, как показывает опыт, могут быть выбраны три, в принципе любые, величины. Исходя из наиболее фундаментальных свойств материи, преимущественно в качестве первичных величин выбирают длину, время и массу. В современной редакции СИ метр фактически определяют посредством секунды, но при этом принимается во внимание значение скорости электромагнитной волны в вакууме [3]. По-прежнему остается три независимые величины. Почему?

Объяснение кроется во втором законе Ньютона. В механике много соотношений и лишь один закон – уравнение движения! Проблема движения оставалась нерешенной тысячелетиями, Ньютон поставил ее в рамки науки. Уравнение Шредингера, релятивистское уравнение движения с позиций размерности ничего не добавили. Понятие силы или энергии – универсальной меры физического движения – связаны уравнением движения с указанной выше тройкой фундаментальных свойств.

Сила и масса, внешнее и внутреннее, противоречие между ними служит источником движения, которое и есть пространственно-временные изменения материи.

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика. – М.: Наука, 1979. С. 429.
2. Белановский А.С. Основы биофизики в ветеринарии. – М.: Агропромиздат, 1989. – 271 с.
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики / Под ред. И.В. Савельева. – М.: Наука, 1990. – С. 8.

ПОЛЬОВИЙ ТРАНЗИСТОР ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

О.В. Юрченко

м. Харків, Харківський державний педагогічний університет
ім. Г.С. Сковороди
yura_syu@mail.ru

Однією з задач вузівського курсу фізики є ознайомлення студентів з принципами дії технічних приладів, які використовуються в сучасній науці і техніці. Однак, як показує практика викладання фізики у педагогічних ВНЗ, випускники мають недостатньо повні знання про принципи дії сучасних технічних пристроїв і приладів. Частково сприяти розв'язанню цієї проблеми допоможе дана стаття, присвячена польовому транзистору.

Як відомо, основи біполярного транзистора були закладені в середині ХХ ст. В 1939 р. англійським вченим О. Хейлом був отриманий патент на прилад – підсилювач струму, аналогічний уніполярному польовому транзистору з ізольованим затвором [1]. На рис. 1 представлена схема запатентованого О.Хейлом приладу, в якому сигнал на керівному електроді модулює опір напівпровідникового шару.

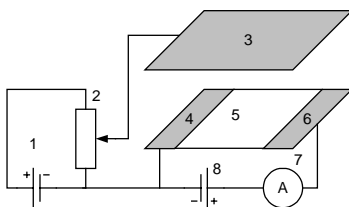


Рис. 1.

Світла смуга 5 представляє тонкий шар напівпровідника, наприклад, арсеніду галію, окислу міді, телуру або йоду; 4 та 6 – металеві контакти до напівпровідника; металева пластина 3, розташована в безпосередній близькості від напівпровідника і ізольована від нього, виступає в якості керуючого електрода. На неї подається напруга джерела 1, яка регулюється потенціометром 2. При зміні напруги за допомогою потенціометру 2 можна спостерігати зміну струму, який проходить від джерела живлення 8 і

реєструється амперметром 7. Поперечне електричне поле, проникаючи крізь тонкий шар діелектрика, керує концентрацією носіїв струму у напівпровіднику і, таким чином, величиною струму, який реєструє амперметр. Так як пластина 3 ізольована від шару напівпровідника, то вхідний струм виходить достатньо малим і сигнал малої потужності може керувати значною потужністю, яка виділяється на корисному навантаженні. Тобто в цьому пристрої коефіцієнт підсилення достатньо великий.

Таким чином, патент О. Хейла є прообразом сучасного польового транзистора з ізольованим затвором. В сучасній термінології електрод 6 називається стоком, електрод 4 – витоком, електрод 3 – затвором, ділянка 4–6 – каналом. В польових транзисторах з ізольованим затвором шар діелектрика між металевим затвором і каналом розташований так, що утворюється структура метал – діелектрик – напівпровідник (МДН), тому такі транзистори називають також МДН-транзисторами, а саму технологію виробництва приладів – МДН-технологією.

Розвиток ідеї польового транзистору продовжувався і в 1952 р. фізик У. Шоклі запропонував транзистор, в якому управління струмом в каналі здійснювалося в результаті зміни напруги, яка прикладена до зворотно зміщеного р–n переходу, що примикає до робочої області. Транзистори, які були виготовлені і досліджені Дейсі і Росом, отримали назву польових транзисторів з керуючим р–n переходом.

Особливістю цього різновиду польових транзисторів є те, що керівна напруга прикладається до зворотно зміщеного р-n переходу, тобто робоча напруга затвор–виток є від’ємною. Це умова нормальної роботи транзистора з керуючим р-n переходом. Через те, що керуючий перехід замкнений у всьому діапазоні керівних напруг затвор–виток, вхідні струми затвору на достатньо низьких частотах надзвичайно малі, тому потужність сигналу управління також виходить незначною. Відкриття керівного переходу привело б до того, що транзистор втратив би підсилюючі властивості.

Таким чином, польові транзистори в порівнянні з біполярними мають ряд переваг: високий вхідний опір, малий рівень шумів, практично повну розв’язку вхідних і вихідних кіл.

Високий вхідний опір дозволяє використовувати їх в ядер-

ній фізиці, спектрометрії, для узгодження високоомних п'єзодатчиків тиску, в радіотехнічних колах для узгодження контурів і резонансних кіл з підсилювачами сигналів.

Ще один різновид польового транзистора – напівпровідниковий МДН-тетрод [2]. На рис. 2 представлена структура тетроду.

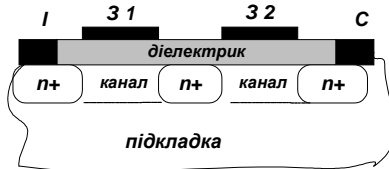


Рис. 2.

Прилад представляє собою МДН-транзистор, в якому канал поділений на дві частини, областю, яку називають сполучною. Вона розділяє один транзистор на дві ділянки: ділянку 1 з затвором 31 і ділянку 2 з затвором 32. Струм каналу залежить від напруги затвору 1 і затвору 2. Так як тетрод представляє собою прилад, в якому канали з'єднані послідовно, то прохідна ємність тетроду зменшується, а коефіцієнт стійкого посилення каскаду на високих частотах збільшується. Однак головна перевага тетроду в порівнянні з біполярним транзистором – високий ступінь розв'язки затвору 31 і затвору 32, що дозволяє без взаємних перешкод подавати на затвор 31 одну напругу, а на затвор 32 іншу напругу. Струм каналу в цьому випадку є функцією двох напруг, прикладених до затвору 31 і затвору 32.

До особливостей польових транзисторів з ізолюваним затвором, що накладають певні вимоги до умов їх використання, належать: чутливість струмів витоку затвору до зовнішніх факторів, чутливість цих транзисторів до електростатичних перевантажень на затворі. Струми витоку затвору, які мають величину порядку 10^{-12} - 10^{-15} А, можуть різко збільшуватися при збільшенні вологості повітря, при існуванні забруднень на виводах затвору. Стосовно чутливості польових транзисторів до електричних перевантажень на затворі слід зазначити, що навіть у випадку, коли останнє викликано малопотужним джерелом, таким, наприклад, як електростатичні заряди, які накопичуються на вимірювальних приладах, чи виникають при терті виводів, небезпечним електро-

статичним потенціалом для польового транзистору з ізольованим затвором є 50-100 В, а для польового транзистору з керуючим р-п переходом є 250 В [2]. Для захисту транзисторів від електростатичних ушкоджень рекомендується зберігати при наявності замикачів на виводах транзисторів, які видаляють тільки перед монтажем на плату, а корпуса апаратури паяльного обладнання та вимірювальних приладів необхідно заземлювати.

Зараз промисловість багатьох країн випускає велику кількість різноманітних польових транзисторів і МДН-мікросхем. Високий вхідний опір цих транзисторів дозволяє спростити схеми узгодження, малий рівень шумів – суттєво знизити вихідні шуми і підвищити динамічний діапазон багатьох пристроїв автоматики і радіотехніки. Квадратичність сток-затворної характеристики дозволяє суттєво знизити рівень спотворень в сигналі, що підсилюється, забезпечити більш сильне заглушення інтермодуляційних спотворень при прийомі слабких сигналів. Крім того, використання польового транзистора в якості опорного, що керується напругою, дозволяє простіше розв'язувати цілий ряд проблем в приладах автоматики.

Для закріплення матеріалу студентами пропонуємо провести лабораторну роботу “Дослідження узгодження біполярного і польового транзисторів з коливальним контуром” Метою роботи є демонстрація впливу вхідного і вихідного опорів транзистора на добротність коливального контуру зокрема та резонансного підсилювача взагалі.

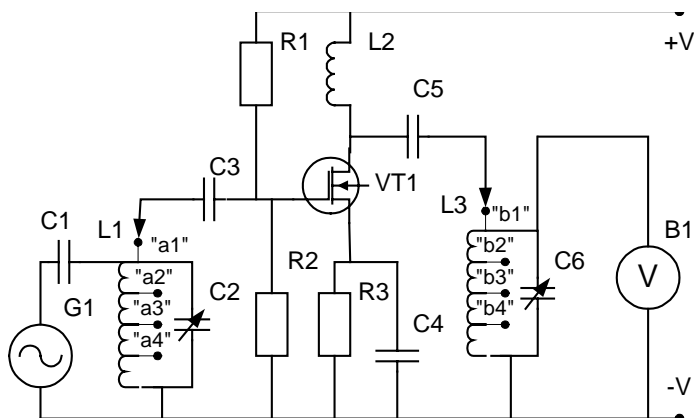


Рис. 3.

Схема макета представлена на рис. 3.

Коливання від генератору G1 (наприклад Г4-18) через конденсатор C1 надходять до коливального контуру, який складається з котушки L1 і конденсатор C2, а потім до затвору польового транзистору VT1. В колі стоку включений дросель, який представляє собою великий опір ωL_2 на робочій частоті 1 МГц генератору. Через конденсатор C3 коливання поступають на коливальний контур, який складається з котушки L3 і конденсатора C6, і далі на високочастотний вольтметр В1. При проведенні лабораторної роботи на генераторі встановлюють напругу 10 мВ. Настраюють коливальний контур L1C2 за допомогою змінного конденсатору C2 в резонанс по максимуму показів вольтметра, який підключений до контуру L1C2. Потім переключають вольтметр на контур L3C6 і таким же чином настраюють коливальний контур L3C6, обертаючи ручку конденсатора C6.

Шляхом підключення затвору польового транзистору VT1 до відводів “a1”, ..., “a4” та стоку до відводів “b1”, ..., “b4” знімаємо резонансну криву підсилювача на польовому транзисторі вольтметром В1 для кожного з випадків. Потім польовий транзистор замінюють біполярним; виконують таке ж узгодження з біполярним транзистором

Порівнюючи резонансні криві оцінюємо добротність контурів у кожному з випадків та робимо висновок про те, що контури не шунтуються польовим транзистором, а біполярним транзистором шунтуються.

В висновках слід зазначити важливість властивостей польових транзисторів для їх застосувань у сучасному житті, наприклад у резонансних схемах мобільних телефонів, та актуальність відкриття О. Хейла.

Література

1. Полевые транзисторы. Физика, технология и применение: Пер. с англ. / Под ред. С.А. Майорова. – М.: Советское радио, 1971.
2. Петухов В.М., Таптыгин В.И. Транзисторы полевые. – М.: Советское радио, 1978.
3. Милехин А.Г. Радиотехнические схемы на полевых транзисторах. – М.: Энергия, 1976.

Зміст

<i>В.Д. Александров, И.В. Сельская.</i> Изменения и дополнения к курсу общей физики, ориентированного на строительные специальности	3
<i>П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, А.М. Кух.</i> Елементи цілеорієнтації експериментальної діяльності студентів з фізики	8
<i>Р.М. Балабай, Л.В. Скірко.</i> Побудова кутового розподілу електронної густини в атомі для різних станів	16
<i>В.В. Беднарський, Н.Л. Дон, Г.П. Чуйко.</i> Особливості комп'ютерного тестування студентів у межах блочно-модульної системи викладання фізики.....	21
<i>А.А. Безлепкин, С.П. Кунцевич.</i> Эффект компенсации внешнего магнитного поля при процессах намагничивания.....	25
<i>Ю.П. Бендес, А.О. Путря, Ю.О. Стороженко, Ж.М. Веровенко.</i> Удосконалення методики вивчення газових законів	30
<i>Ф.Г. Бершадский, И.Я. Гордиенко.</i> Изучение механических затухающих колебаний с помощью пружинного маятника	34
<i>Б.И. Бешевли, С.К. Полтинова.</i> Использование предпочтительного метода изложения в курсе общей физики	38
<i>Б.И. Бешевли, С.В. Символова.</i> Решение нестандартных задач по физике, как способ самостоятельной работы учащихся.....	40
<i>Г.М. Бойко.</i> Активізація творчої самостійності студентів під час проведення лабораторних робіт з астрофізики	44
<i>М.А. Бондаренко, В.І. Вербицький, В.І. Кляцький, Л.І. Бондаренко.</i> Перетворення Лапласа в задачах стійкості стиснутих стержнів	50
<i>М.М. Борис, І.В. Білинський, Р.І. Пазюк, В.В. Думіндяк.</i> Графічний спосіб розв'язування задач на зіткнення абсолютно пружних тіл з комп'ютерним моделюванням.....	57
<i>В.В. Бориц, В.Г. Шебітченко, Н.В. Єрмілова.</i> Щодо поліпшення розв'язування задач з електротехнічних дисциплін....	60
<i>В.М. Брандес, Л.М. Овандер.</i> Цілісний підхід у вивченні фізики на основі використання дидактичного матеріалу “Компакт – фізика”	62
<i>В.І. Бурак, О.С. Пономаренко.</i> Формування поняття єди-	

ного електромагнітного поля в основній школі	67
<i>В.І. Вайданич, Н.Д. Довга, М.С. Кобриневич, Г.М. Пенцак.</i>	
Особливості навчання фізики фахівцями технічних спеціальностей в умовах реалізації сучасних інтеграційних процесів	72
<i>Б.М. Валійов, В.Д. Єгоренков, Ю.О. Ніколенко.</i>	
Радіоактивність аерозолів.....	77
<i>М.В. Варминский, Д.А. Воронович, Н.И. Глущенко, П.А. Комозьинский, О.И. Петрова, А.А. Таран.</i>	
Особенности применения тестовой методики по физике при переходе на модульно-кредитную систему обучения.....	82
<i>С.Ю. Василівський.</i>	
Інтенсифікація навчального процесу на лабораторних заняттях з фізики за допомогою програмних продуктів	89
<i>І.С. Войтович, Ю.М. Галатюк.</i>	
Особенности подготовки майбутніх вчителів фізики до використання комп'ютерної техніки в професійній діяльності	94
<i>В.В. Волчанський, З.Ю. Філер.</i>	
Оцінка ефективності методики використання математики при вивченні фізики.....	100
<i>В.Т. Вышинский, С.Р. Рахманов, С.Г. Сподин.</i>	
Лабораторный практикум при изучении теоретической механики.....	108
<i>Т.В. Гаврилова, А.И. Кудин, А.В. Шевченко.</i>	
Моделирование установки для определения момента инерции твердых тел.....	118
<i>Ю.М. Галатюк, В.І. Тищук.</i>	
Принцип системної єдності у викладанні фундаментальних і спеціальних дисциплін як засіб підготовки творчого учителя фізики	122
<i>Т.Є. Галаченко.</i>	
Активізація вивчення розділів термодинаміки в школі.....	129
<i>В.Н. Горбач, А.А. Волгин.</i>	
Компьютерное моделирование интерференционных картин в фотоупругости.....	133
<i>Г.А. Горшкова, Т.С. Савкіна.</i>	
Шляхи підвищення знань з фізики слухачів підготовчого відділення	137
<i>А.Г. Григорович, О.В. Заяць, Р.М. Хлопик.</i>	
Методика організації та проведення літньої навчальної практики з фізики в Дрогобицькому педагогічному ліцеї.....	142
<i>V.I. Grytsay.</i>	
Studying biophysical conditions of forming ordered and chaotic structures on the example mathematical model	146

<i>Н.С. Губин. О физических основах источника тока</i>	151
<i>В.В. Данилов, Д.Г. Макаров, М.А. Брендель, А.Ю. Нечипорук. Использование FDTD метода для моделирования волновых процессов</i>	155
<i>О.В. Дворник, Н.Л. Дон, В.В. Мартинюк, Г.П. Чуйко. Программный пакет “Xtest” для комп’ютерного тестування студентів з фізики</i>	160
<i>О.І. Денисенко. Функції розподілу в лабораторному практикумі з фізики</i>	165
<i>Е.В. Дудьянова. Построение семантического конспекта как один из видов организации учебной деятельности будущих преподавателей физики</i>	169
<i>Ю.В. Єчкало, О.А. Коновал. Модернізація формування поняття “електромагнітне поле”</i>	173
<i>М.І. Задорожній, В.М. Задорожній. Електронний зошит для лабораторних робіт з фізики</i>	178
<i>Г.Л. Зайцев. Использование информационных и вычислительных технологий в курсе «Детали машин»</i>	183
<i>Ник.Н. Ивахненко, Нат.Н. Ивахненко. Роль практических занятий в процессе изучения общего курса физики</i>	187
<i>В.П. Иващенко, В.О. Єрмократьєв, Ю.А. Мушенко, А.Г. Кострижев, С.Г. Сподін. Використання інформаційних технологій при вивченні теоретичної механіки у НМетАУ</i>	191
<i>В.П. Иващенко, Ю.А. Мушенко, С.В. Зданевич. Применение компьютерных технологий при изучении раздела «Колебания материальной точки» в курсе теоретической механики</i>	194
<i>В.М. Кадченко, Д.Ю. Путілов. Використання електронних моделей при вивченні електропровідності матеріалів</i>	201
<i>В.О. Ківа. Сучасні технічні засоби навчання у ВНЗ</i>	207
<i>К.В. Корсак, О.І. Косенко. Реліктові фотони і проблема визначення інерціальної системи відліку в курсах механіки</i>	211
<i>Ю.Є. Крот. Деякі маловідомі факти з історії фізики та її творців</i>	221
<i>Г.М. Кузьменко, М.Г. Кузьменко. Формування мотивації вивчення фізики у вищому закладі освіти</i>	241
<i>В.В. Куліш, В.М. Кулішенко, О.Я. Кузнєцова, С.М. Пастушенко. Модульно-рейтингова система в курсі фізики для</i>	

інженерних спеціальностей: досвід застосування в сучасних умовах.....	244
<i>Я.А. Кумченко.</i> Уточнение закона смещения Вина с учётом резонаторной природы излучения абсолютного чёрного тела.....	253
<i>Я.А. Кумченко.</i> Резонаторная природа силовых взаимодействий и ограниченность принципа корпускулярно-волнового дуализма.....	257
<i>Ю.А. Курбатов.</i> Релятивистское ограничение формированию чёрных дыр.....	260
<i>А.М. Кух, С.В. Шленчак.</i> Особливості проведення інтегрованих лабораторних робіт.....	264
<i>И.М. Лагунов.</i> Система диагностики знаний студентов по программно-лабораторному комплексу курса общей физики ..	271
<i>И.М. Лагунов, Т.П. Гордиенко.</i> Применение тренинговых техник в программно-лабораторном комплексе по курсу общей физики.....	280
<i>И.М. Лагунов, А.В. Сергеев.</i> Методика развития педагогической технологии на примере декомпозиции физического практикума	287
<i>Р.М. Лучицкий.</i> Навчання культури наукового експерименту як складова неперервної фундаментальної підготовки студентів у ВНЗ.....	296
<i>Е.А. Люхтан, В.Н. Горбач, С.П. Гоков.</i> Электронное методическое пособие к выполнению лабораторных работ по курсу общей физики.....	302
<i>С.І. Маліновська.</i> Активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів в процесі навчання курсу “Теорія механізмів і машин та деталі машин”.....	310
<i>Р.М. Менумеров, Ш.Ю. Абитова.</i> Использование методов вариационного исчисления при изучении законов распространения света.....	313
<i>П.П. Москвин, Д.К. Верба, С.А. Прищенко.</i> Аналоговые устройства автоматизации лабораторных установок для изучения физических процессов в электронных приборах.....	318
<i>Ю.А. Мушенков, Н.В. Каряченко.</i> До застосування нового підходу при викладанні курсу теоретичної механіки для не-механічних інженерних спеціальностей.....	323

<i>Н.В. Наумчук, І.Д. Романенко.</i> Базисное проектирование курса физики	325
<i>А.Ю. Нечипорук, В.В. Данилов, И.В. Зависляк.</i> Опыт создания и использования в учебном процессе мультимедийного учебного курса и электронной библиотеки “Спин-волновая электродинамика и электроника”	330
<i>В.Г. Погребняк, С.В. Горбань.</i> Роль фізики у технічній освіті.....	336
<i>В.Г. Погребняк, І.Д. Романенко, С.В. Горбань.</i> Удосконалення самостійної роботи студентів при вивченні фізики	341
<i>В.Г. Погребняк, І.Д. Романенко, С.В. Горбань.</i> Самостійна робота студентів з фізики.....	346
<i>М.Н. Половина, Р.С. Тутік, О.А. Щербак.</i> Енергія зв’язку і радіоактивність ядер	351
<i>Ю.І. Посудін.</i> Двоступенева система фізичної та біофізичної освіти в вищих аграрних навчальних закладах	355
<i>І.Н. Пустынникова.</i> Один из способов систематизации знаний и умений студентов (на примере геометрической оптики).....	358
<i>І.Д. Романенко.</i> Использование жидких кристаллов в вузовском лабораторном практикуме.....	362
<i>А.Ю. Румянцев, Т.А. Серветник.</i> Проблемы современного астрономического образования	369
<i>Є.Д. Солдатова.</i> Про методику використання методу кореляційних функцій М.М. Боголюбова в курсі “Термодинаміка й статистична фізика”	384
<i>А.И. Спольник, М.А. Чегорян, И.В. Волчок.</i> Законы сохранения и уравнения движения в курсе общей физики	387
<i>Т.В. Стогова.</i> Активизация мышления курсантов как путь повышения результативности усвоения курса физики	389
<i>Ю.А. Супрунова.</i> Программная поддержка контроля знаний студентов по курсу «Теория электрических и магнитных цепей»	392
<i>Б.А. Сусь, М.І. Шут, В.В. Коломоєць, Б.Б. Сусь.</i> Фотон як особлива частинка двоїстої природи	394
<i>О.П. Ситников.</i> Рідкі кристали у фізичному навчальному експерименті	400
<i>Н.Л. Тарасенко.</i> Методика оценки погрешностей измере-	

ний на лабораторных работах по физике	409
<i>І.О. Теплицький, С.О. Семеріков.</i> “Віртуальний фізичний лабораторний практикум” як актуальна проблема сучасної дидактики	414
<i>С.О. Федорук, А.М. Шкілько.</i> Фізика елементарних частинок у курсі загальної фізики	422
<i>З.Ю. Філер.</i> Теорія, історія та застосування віброгасника .	427
<i>А.Ю. Фролова, В.І. Хохлов.</i> Про розщеплення енергетичних рівнів в класичній фізиці	432
<i>В.А. Хрисанов.</i> Модель для изучения колебательных свойств твердого тела.....	441
<i>В.И. Цоцко.</i> К вопросу о единицах измерений физических величин	447
<i>О.В. Юрченко.</i> Польовий транзистор та його використання	451

Наукове видання

**Теорія та методика навчання
математики, фізики, інформатики**

Випуск 4

В 3-х томах

Том 2

Підп. до друку 01.03.2004
Папір офсетний №1
Ум. друк. арк. 24,35

Формат 80×84 1/16
Зам. №2-0103
Наклад 300 прим.

Жовтнева друкарня
50014, м. Кривий Ріг-14, вул. Електрична, 5
Тел. (0564) 664381

E-mail: cc@kpi.dp.ua