

Міністерство освіти та науки України  
Національна металургійна академія України

Теорія та методика  
навчання математики,  
фізики, інформатики

*Збірник наукових праць  
Випуск 3*

Том 2

Кривий Ріг  
Видавничий відділ НМетАУ  
2003

**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. – 360 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 5-7490-0093-2

# КОМПЬЮТЕРНЫЙ КУРС ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

В.Д. Александров

г. Макеевка, Донбасская государственная академия строительства и архитектуры

В условиях тотальной компьютеризации учебного процесса дисциплины, читаемые в ВУЗах, могут преподноситься студентам самыми разнообразными средствами, в том числе и электронными.

Мною и группой программистов Донецкого государственного института интеллекта разработан электронный вариант «Курса общей физики» из трех частей, записанный на компакт-диске.

Учебник состоит из:

- теоретического курса;
- задачника с решебником;
- глоссария;
- 30 лабораторных работ;
- 150 анимаций (компьютерных демонстраций);
- порядка 400 рисунков.

Теоретический курс состоит из трёх частей:

Часть 1.

1.1. Механика;

1.2. Механика жидкостей и газов;

1.3. Молекулярная физика и термодинамика.

Часть 2.

2.1. Колебания и волны;

2.2. Оптика;

2.3. Электричество;

2.4. Магнетизм.

Часть 3.

3.1. Атомная физика;

3.2. Физика твердого тела;

3.3. Релятивистская теория.

По содержанию предлагаемый вариант курса общей физики отличается от традиционных учебников [1-4 и др.] тем, что раздел «Физика твердого тела» составлен в следующей последовательности:

- элементы кристаллографии;
- реальная структура твердых тел;
- механические свойства твердых тел;
- тепловые свойства твердых тел;
- электрические свойства твердых тел;
- магнитные свойства твердых тел;
- оптические свойства твердых тел.

Эти вопросы в [1-4 и др.] обычно встречаются в разных частях и разделах курса физики.

Рисунки и анимации размещены по тексту. Мультипликационные демонстрации (анимации) охватывают почти все основные физические явления и отражают физические законы.

Лабораторные работы (приборы и принадлежности, ход работы, результаты, вычисление погрешностей, контрольные вопросы и т.д.) составлены на основе реального физического практикума, ведущегося в учебных лабораториях ВУЗа.

Задачник с решебником включают около 600 задач. Здесь даются методические указания к решению задач, примеры решения задач, контрольные задачи (с скрытыми решениями и ответами). Предлагаются задачи от самых простых до сложных, многовариантные задачи. Даются ссылки на теорию на соответствующие разделы, параграфы, законы, формулы. Часть задач составлена с анимациями.

Глоссарий – своеобразный физический словарь, где дается не только орфографическая запись термина, но и определение физического смысла параметров, законов и явлений. Глоссарий – удобная форма для самостоятельной работы студентов при изучении теоретического курса.

#### Литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: В 3-х т. – М: Наука, 1986.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1990.
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1989.
4. Чеворкян Р.Г., Шепель В.В. Курс общей физики. – М.: Высш. шк., 1972.

## КУРС ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ У БУДІВЕЛЬНІЙ АКАДЕМІЇ

В.Д. Александров, О.О. Баранніков, С.В. Горбань, М.А. Дулін,  
В.В. Дрьомов, Л.Г. Долговська, В.О. Сорока, Ю.Б. Ткаченко  
м. Макіївка, Донбаська державна академія будівництва та архіте-  
ктури  
dmitruk@etel.dn.ua

Останнім часом у зв'язку зі скороченням кількості годин, відведених на викладання курсу загальної фізики, кожен технічний вищий навчальний заклад має змогу розробляти власні робочі програми викладання фізики для тих чи інших спеціальностей. Але незалежно від специфіки ВНЗів і накопиченого на кафедрах фізики досвіду, викладання фізики потребує відповідності таким двом обов'язковим вимогам: по-перше, загальний курс фізики повинен бути викладений послідовно і гармонічно, щоб надати студентові чітке уявлення про фізику, як сучасну науку; по-друге, курс фізики для інженерно-технічних спеціальностей повинен бути чітко орієнтований саме на потреби інженера з того чи іншого фаху.

Саме тому викладачі кафедри фізики і фізичного матеріалознавства здійснюють виконання науково-методичної теми “Розробка і упровадження курсу загальної фізики, орієнтованого на будівельні спеціальності”. Оскільки зміст лекцій, практичних та лабораторних занять, а також розподіл учбового часу по розділах і окремих темах кафедра має право обирати на свій розсуд, то це дає можливість більш детального розгляду важливих для даного фаху розділів загального курсу. Урахування особливостей різних спеціальностей при викладанні курсу фізики провадиться шляхом розгляду на лекціях прикладів застосування законів та методів фізики у відповідних галузях техніки та будівництва. Наприклад, студентам будівельного фаху слід докладніше надати матеріал таких розділів, як “Фотометрія” і “Акустика”, майбутнім фахівцям з теплогазопостачання та водовідведення – “Механіка рідин та газів”, майбутнім технологам будівельного виробництва – “Механічні і теплові властивості матеріалів”, студентам-механікам – “Основи термодинаміки” та “Електрика”, і так далі.

При цьому, безумовно, частину лекційного матеріалу доводиться лишати студентам для самостійної проробки (наприклад, такі теми, як “Елементи спеціальної теорії відносності” або “Ядерна фізика”). Але такий вибір ми вважаємо виправданим, оскільки в академії введений такий вид навчальних занять, як “Самостійна робота студентів під керівництвом викладача”. Тому у лекторів завжди є можливість узагальнити та підсумувати матеріал, самостійно пройдений студентами на протязі навчального семестру, уточнити окремі питання курсу, що недостатньо засвоєні при самостійній роботі. Крім того, викладачами кафедри постійно ведеться цілеспрямований підбір задач для практичних занять, зміст яких пов’язаний з майбутнім фахом студентів. У недалекому майбутньому передбачається видання методичного посібника щодо рішення задач, орієнтованих на будівельні спеціальності нашої академії.

Таким чином, прослухавши курс загальної фізики студенти повинні усвідомити її роль у розвитку продуктивних сил суспільства, що без знання фізики неможливо розібратись не тільки у таких галузях техніки, як радіоелектроніка, ракетобудування або ядерна техніка, які вважаються передовими, але і в сучасних апаратах, установках, пристроях та технологіях, які використовуються зараз у будівельній справі. Саме тому фізика, як дисципліна, грає незамінну роль в системі підготовки всебічно розвинутого, висококваліфікованого фахівця.

## ТЕСТУВАННЯ З ФІЗИКИ НА ВСТУПНИХ ІСПИТАХ

В.Д. Александров, С.В. Горбань, М.А. Дулін  
м. Макіївка, Донбаська державна академія будівництва та архітектури

Курс фізики разом з курсами вищої математики, хімії і теоретичної механіки являє собою основу теоретичної підготовки фахівців з вищою технічною освітою, тобто фундаментальну базу, без якої неможлива повноцінна діяльність сучасного інженера, зокрема інженера-будівельника. Тому вступний іспит з фізики є обов'язковим у вищих технічних навчальних закладах. Останні декілька років провідні технічні ВНЗи, як тільки одержали право самостійно встановлювати спосіб проведення вступних іспитів, віддали перевагу їх письмовій формі.

Так вчинила приймальна комісія і нашої академії, оскільки письмовий варіант проведення вступного екзамену з фізики має чимало позитивних рис порівняно з усним. Абітурієнт лишається сам на сам з листком паперу, не відчуває непевнність перед незнайомими викладачами, йому не потрібно швидко і точно відповідати на численні додаткові запитання. В свою чергу, викладачі-екзаменатори мають справу з об'єктивним документом, який весь час навчання зберігається у особистій справі вступника, спрощуються операції розгляду апеляцій абітурієнтів з приводу необ'єктивності оцінки. Нарешті, саме вміння розв'язувати задачі, вільне оперування алгебраїчними символами і рівняннями виявляється дуже важливим для подальшого успішного навчання у технічному ВНЗі. Зараз викладачами кафедри фізики і фізичного матеріалознавства проводиться робота по створенню тестуючих завдань для письмового вступного іспиту. Екзаменаційні завдання будуть містити від п'яти до восьми обчислювальних задач різного рівня складності в залежності від конкурсу на ту або іншу спеціальність. При оцінюванні тестових екзаменаційних робіт будуть враховуватись вміння вступника коротко записувати умови задачі, переводити одиниці виміру фізичних величин до однієї системи, виконувати алгебраїчні перетворення, обчислення шуканих величин і перевірку їх розмірностей, а також коректність відповідей на поставлені у тестах запитання.

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРИКЛАДІВ ТА АНАЛОГІЙ ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ УВАГИ СТУДЕНТІВ НА ЛЕКЦІЯХ З ФІЗИКИ**

В.Д. Александров, В.В. Дрьомов, С.В. Горбань  
м. Макіївка, Донбаська державна академія будівництва та архітектури

Останнім часом у зв'язку з введенням на молодших курсах вищих технічних навчальних закладів численних нових предметів (наприклад, інформатика, програмування, введення у спеціальність та інших), кількість годин для вивчення загального курсу фізики поступово скоротилась приблизно на третину. Це приводить до того, що численні теми доводиться розглядати поверхнево, без докладного розглядання суті фізичних експериментів або виведення формул і законів. Оскільки це помітно знижує інтерес студентів до вивчення фізики, активізації їх уваги, на наш погляд, можуть суттєво допомагати зрозумілі і цікаві приклади або аналогії.

Наведемо деякі приклади. При викладанні теми “Внутрішня енергія” для студентів фаху “Підйомно-транспортні машини” можна показати, що у склянці кип'ятку міститься внутрішня енергія, якої вистачить для підйому вантажу вагою у 1 тону на висоту приблизно 10 метрів. Розглядаючи закони Кірхгофа у потоках майбутніх фахівців з водовідведення або теплогазопостачання, можна привести аналогію між струмом електронів у електричному колі з потоком рідини у замкнених контурах опалення або охолодження. Роль насоса у електричному колі грає ЕРС джерела струму, а гідравлічний опір – роль струму рідини. При розгляданні теми “Коливання” для студентів механічного факультету можна навести приклад про можливість визначення мас будь-яких предметів у кабіні космічного корабля (і навіть мас самих космонавтів), використовуючи їх, як маси пружинних маятників і вимірюючи періоди їх коливань.

Таких прикладів можна навести безліч з тих галузей техніки, які цікаві студентам певного фаху. Кожний з них викликає пошук в аудиторії і сприяє підвищенню уваги до матеріалу, що викладається на лекції, його кращому запам'ятовуванню.



## **НОВЫЙ КУРС «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ» В СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНСТИТУТАХ**

В.Д. Александров, С.А. Фролова, В.А. Постников  
г. Макеевка, Донбасская государственная академия строительст-  
ва и архитектуры

Содержание и методика обучения в высшей школе претерпевает закономерный процесс периодического обновления и непрерывного совершенствования. Выделение фундаментальных положений и стержневых идей современной физики, химии, математики и материаловедения, изложение их в доступной студентам форме с анализом их практической ценности в будущей работе по специальности было основной педагогической целью при составлении материала по новому курсу «Физико-химические основы материаловедения» (ФХМ).

Система обучения дисциплин, которые читаются на начальных курсах в строительных вузах, свидетельствует о недостатках в сквозной фундаментальной подготовке студентов.

Возьмем, например, основные курсы фундаментальной подготовки в строительных вузах – общую физику и общую химию. Какие же разделы общей физики и общей химии посвящены вопросам материаловедения? Это несколько параграфов в разделе «Молекулярная физика» – «Конденсированное состояние веществ», да некоторые специфические темы в разделах «Электродинамика» и «Физика твердого тела», в основном посвященные вопросам электропроводности в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Например, в учебниках И.В. Савельева «Курс общей физики» вопросам материаловедения уделяется в 1-ом томе всего 8 страниц (часть III «Молекулярная физика и термодинамика», глава XV) и один параграф в третьем томе (том III, часть III «Физика твердого тела», глава VI, §45). В учебниках А.А. Детлофа и Б.М. Яворского «Курс физики» (I–III тома) строению твердых тел уделено всего две страницы (том I, глава XV, §1), а вся глава XV «Твердые тела» содержит 15 страниц. В учебнике «Курс общей химии» (Н.В. Коровин, Г.Н. Масленникова, Э.М. Мингулина, Э.Л. Филиппов. Высшая школа, 1990 г.) строению

кристаллов посвящено два параграфа (§ III.3 и § III.5), металлам и сплавам один параграф (§ IX.2), полимерным материалам два параграфа (§ XII.2 и § XII.3). В этих (и других) учебниках отсутствуют вопросы, посвященные механическим свойствам материалов, элементам теории прочности и пластичности, физики и механики полимеров, физики стекла, теории фазовых превращений, рентгеноструктурного и термического анализа и т.д.

В условиях тотального сокращения учебных часов курсы общей физики и химии вряд ли смогут удовлетворить потребностям материаловедческих дисциплин. Ведь, например, специалистов по «Физике твердого тела» либо по физической химии в университетах готовят пять лет! Нельзя сбрасывать со счетов и специалистов, читающих курс общей физики и химии. Часто они далеки от проблем материаловедения. А специалисты, читающие курс «Технология конструкционных материалов» и др., зачастую являются выпускниками своих вузов и не имеют фундаментальной подготовки.

Вместе с тем в учебниках по таким дисциплинам, как «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Технология металлов», «Строительные материалы», «Вяжущие материалы» и др. часто затрагиваются вопросы кристаллографии, кристаллохимии, реальной структуры, физических свойств различных веществ, фазовых превращений, образования материалов и т.д., которым в фундаментальных дисциплинах уделяется мало времени и внимания.

Например, в учебниках по материаловедению (Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт «Материаловедение» и Р.К. Мозберг «Материаловедение»), по технологии материалов (Технология металлов. Под ред. Б.В. Кнорозова; Технология металлов и конструкционные материалы. Под ред. Б.А. Кузьмина) и др. с самого начала затрачиваются вопросы, требующие изначальной фундаментальной подготовки. Так, в учебнике Ю.А. Геллера и А.Г. Рахштадта «Материаловедение» уже в главах II и III встречаются такие понятия как «осевые и межосные зоны дендритов», «границные зоны волокон», «волоконистая и дендритная структура», «мартенситная структура», «структура феррита», «твердофазные превращения» и т.д. Далее в учебнике О.О. Пашенко, В.П. Сербина, О.О. Старчевской «Вяжущие материалы» (Київ.: Вища школа,

1995 г.) читаем раздел Ш.1. «Сырье для гипсовых вяжущих». Природный гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  кристаллизуется в виде призм моноклинной сингонии и имеет совершенную спайность в одном направлении. Пространственная решетка его складывается из элементарных ячеек с четырьмя молекулами  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Далее читаем раздел Ш.5. «Твердение строительного гипса. Теория затвердевания Байкова А.А., согласно которой процесс разделяется на три периода: подготовительный, коллоидации и кристаллизации» и т.д. И таких примеров можно привести достаточно много. Несколько больше физико-химическим основам материаловедения уделяется в учебниках по технологии конструкционных материалов и материаловедению, но они в основном, посвящены только металлам.

Вместе с тем, в учебниках по материаловедению и технологии материалов мало уделяется внимания фундаментальным основам материаловедения. Так, в упоминавшейся выше книге Ю.А. Геллера и А.Г. Рахштадта этот вопрос вообще не рассматривается. В книге «Технология металлов и конструкционные материалы» (под ред. Б.А. Кузьмина и др.) строению металлов и сплавов уделяется 15 страниц. В книге Р.К. Мозберга «Материаловедение» фундаментальным основам посвящена первая глава в тезисном изложении. Таким образом, в фундаментальной подготовке студентов технических вузов как бы выпадает важное звено от курсов общей физики и химии к инженерным дисциплинам. Таким, например, каким является для металлофизика курс «Физическое материаловедение» в университетских вузах (книга Р. Кана «Физическое материаловедение» I–III тома).

Авторами этой статьи разработан и внедрен в учебный процесс Донбасской государственной академии строительства и архитектуры новый курс «Физико-химические основы материаловедения» (ФХМ), которые, решая проблемы сквозной фундаментальной подготовки студентов строительных специальностей, попытались раскрыть взаимосвязь электронного строения, структуры конденсированных веществ с их составом, физическими, химическими, технологическими и другими свойствами и показать практическую ценность этих знаний в дальнейшей творческой деятельности инженеров-строителей.

Дисциплина ФХМ складывается из трех блоков: строение

материалов, свойств материалов, образование материалов. Одна из задач лекционного курса – помочь студенту ориентироваться в современной совокупности физических и химических теорий, в их внутренней связи, в самой сущности явлений, законов и теорий. Практический курс ФХМ включает, например: решение кристаллографических задач, изучение основных методов рентгеноструктурного анализа, металлографии, термического анализа, построение и анализ диаграмм состояния бинарных и тройных сплавов, изучение механических и тепловых свойств различных материалов. Опубликован конспект лекций из трех частей, методические указания к практическим занятиям и лабораторным работам. Курс посвящен тому, чтобы разъяснить смысл законов физики и химии для усвоения материаловедческих дисциплин и технологии материалов, научить студентов применять их, чтобы фундаментальные знания были достаточны для практического использования в будущей производственной деятельности инженеров-технологов.

Разработаны компьютерные анимации для демонстрации структуры и свойств материалов по данному курсу.

Курс ФХМ может быть рекомендован для строительных и других технических вузов, в которых фундаментальная подготовка студентов ограничена курсами общей физики и химии.

# ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ В ОРГАНІЗАЦІЇ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

А.М. Бакал

м. Київ, Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова  
vd34@ukr.net

В наші дні фізична наука продовжує впевнено зберігати авангардну роль в науково-технічному прогресі. З кожним роком зростає значущість і цінність фізичних знань, які отримують вчені, – фізики-дослідники. Поряд з цим зберігається цінність і важливість фізичних знань, які отримують учні в навчальному процесі. Підвищення науковості змісту шкільного предмету фізики, відповідність його досягнутому рівню розвитку фізичної науки, впровадження нових педагогічних технологій і активних методів пізнавальної навчальної діяльності учнів стають найважливішими і невід’ємними аспектами діяльності сучасної школи. Модернізація процесу навчання фізиці зумовлена, насамперед, необхідністю досягти відповідності змісту шкільного курсу фізики (ШКФ) та методів навчання вимогам сучасної наукоємкої економіки. І дійсно, в нових підручниках і навчальних посібниках з фізики, в сучасних шкільних програмах знайшли відображення основні напрямки науково-технічного прогресу, найновіші досягнення науки і техніки, тощо. Але поряд з цим, відчутно підвищені вимоги до формування в учнів умінь самостійно здобувати знання, використовувати вихідні наукові положення для адекватного пояснення фізичних явищ та процесів, що вивчаються, результатів проведених ними фізичних експериментів і спостережень. Пріоритетним напрямком навчання фізиці на сучасному етапі є незаперечний прояв тенденції до формування в учнів понять про сучасні методи наукових досліджень і, по можливості, оволодіння ними у відповідності до прийнятих стандартів освіти.

Процес удосконалення навчання фізики, як і в інших навчальних дисциплінах природничого циклу, є неперервний, але в той же час нерівномірний. Найбільшої “швидкості” він набуває

після “проголошення” змін концепції викладання, або внаслідок реформування освіти взагалі (чи вивчення окремого предмету), що мають переважно суб’єктивний характер. До найбільш впливових чинників цього процесу, насамперед, відносять:

- нерозривний взаємозв’язок навчання з життям, з можливостями практичного застосування знань;
- розвиток продуктивних сил суспільства, а також необхідність забезпечити розуміння учнями діалектики розвитку фізичної науки;
- глибоке розуміння учнями сучасної наукової фізичної картини світу;
- необхідність створити учням можливості впевнено орієнтуватися в тенденціях науково-технічного прогресу;
- забезпечити формування в учнів наперед заданого рівня знань, умінь і навичок адекватних прийнятим стандартам шкільної фізичної освіти.

Основи фізичної науки, що є предметом вивчення в школі, як і власне фізична наука та методи наукового пізнання, притаманні їй, невпинно розвиваються, збагачуються й удосконалюються. Розглянемо для прикладу навчальний фізичний експеримент. Під удосконаленням навчального фізичного експерименту можна розуміти збагачення і відчутне покращення структури і змісту шкільного фізичного експерименту або однієї з її складових, цілеспрямовану зміну методики і техніки проведення демонстраційних дослідів, організації і проведення фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму, фронтальних дослідів, спостережень, виконання експериментальних задач і самостійних експериментальних досліджень в позаурочній роботі учнів у поєднанні з іншими, традиційними та інноваційними формами пред’явлення навчальної інформації, що призводить до суттєвого оновлення змісту, форм і методів навчання, до розробки і впровадження нового обладнання та модернізації існуючого у відповідності з досягнутим рівнем навчального приладобудування із розвитком дидактичної ініціативи вчителів і викладачів фізики, методистів, забезпечення на цій основі посилення ролі самостійної (що важливо) експериментально-дослідницької активності учнів в навчанні.

Практика свідчить, що найвідчутнішого ефекту в удоскона-

ленні навчального процесу з фізики досягають в тому випадку, коли впроваджені дидактичні нововведення заохочують вчителів до раціонального використання активних методів навчання, які в свою чергу стимулюють творчу пізнавальну діяльність і активну участь самих школярів (кожного зокрема) безпосередньо в навчально-пошуковому процесі, тобто коли суттєво посилюється роль кожного конкретного учня в самому процесі навчання.

Вважається, що одним з можливих шляхів щодо розв'язання окреслених вище проблем є впровадження в систему освіти модульно-рейтингової технології навчання.

Одним з важливіших питань модульної технології навчання є питання управління пізнавальною і розумовою діяльністю учнів. Досягти мети управління неможливо, якщо учням невідомі цілі навчання, тобто та система знань, умінь і навичок, якими вони повинні оволодіти по закінченню вивчення теми або розділу. Тому, на початку вивчення даного модуля учнів потрібно ознайомити з системою конкретизованих цілей навчання цього модуля.

Модульний підхід до вивчення даного розділу сприяє подоланню роз'єднаності елементів і об'єднує їх в єдине ціле. Його завданням є цілеспрямоване формування в уявленні учнів необхідної ланки асоціацій, які пов'язують уявлення, поняття, теорії, що формуються в різних навчальних дисциплінах, у єдину логічну систему знань. З цією метою поелементним аналізом навчального матеріалу теми здійснюється розклад змісту модуля на такі інформаційні одиниці (міні-модулі), подальший поділ яких у даних умовах навчання не є доцільним.

Очевидно, що застосування модульної технології вимагає комплексної перевірки знань, умінь і навичок учнів. Можливість такої перевірки забезпечує впровадження в систему середньої освіти 12-ти бальна система оцінювання навчальних досягнень учнів. Ця система узгоджується з можливостями диференційованого навчання та індивідуалізацією контролю, дає змогу врахувати індивідуально-психологічні особливості учнів.

12-бальна система оцінювання стимулює учнів до вивчення додаткового матеріалу, до участі в позакласній роботі з предмету, а тому дуже добре узгоджується з модульною технологією

навчання.

До кожного міні-модуля пропонуються певні види робіт, які в залежності від змісту і рівня складності оцінюються за 12-бальною системою, при застосуванні якої можна відмовитись від рейтингового коефіцієнту.

Учень може працювати над вивченням матеріалу в індивідуальному темпі, але темп не повинен бути повільнішим, ніж визначений модульною програмою. Модульна програма визначається календаризованим графіком навчального процесу, який повинен бути складений перед початком вивчення даної теми (або розділу).

Вчитель має переконатися, що всі учні ознайомлені з графіком і уявляють, коли і що саме їм потрібно виконати. В календарному графіку відтворюється тематика уроків-лекцій та практичних занять, що охоплюються даним модулем. До графіку необхідно додати перелік задач для роботи в класі та для домашнього розв'язування, перелік тем, які виносяться на самостійне опрацювання, а також перелік форм контролю самостійної роботи та кількість балів, які можуть бути отримані за певний вид роботи. Окремо потрібно представляти задачі підвищеної складності, за розв'язок яких нараховуються додаткові бали.

Учень має можливість доповнити стандартне домашнє завдання виконанням задач підвищеної складності.

Результати педагогічного дослідження дозволяють стверджувати, що при використанні модульної системи ефективними виявляються такі види самостійної роботи, як розробка опорного конспекту, кросворду, написання рефератів. Саме ці види самостійної роботи, до яких учні відносяться з найбільшою зацікавленістю і зумовлюють вибір нетрадиційних форм контролю. Вчитель має передбачити декілька варіантів завдань, щоб стимулювати здатність творчого вибору учня у роботі.



## ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОЛОКВІУМІВ З КУРСУ ФІЗИКИ

Т.Д. Бакума, Б.О. Чернов, М.Є. Сімків  
м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Колоквіуми проводяться з метою більш глибокого засвоєння окремих розділів теоретичного матеріалу з курсу фізики. Обов'язковою є умова визначення в об'єм матеріалу, що перевіряється її розділи, які опрацьовуються студентами самостійно. Студенти I-II курсів ще не в достатньому обсязі володіють комп'ютерною технікою, особливо складанням програми, тому дуже важливо провести підготовчий стан.

Пропонуємо таку схему проведення колоквіумів.

I. Підготовчий етап.

II. Проведення колоквіумів

III. Оцінювання знань студентів.

Розглянемо кожен етап зокрема.

Підготовчий етап пропонуємо проводити таким чином.

1. Ретельний підбір об'єму матеріалу, що виноситься на колоквіум.

2. Складання програми так, щоб вияснити фізичну суть явища, перевірити знання основних співвідношень, законів, означень.

3. Перевірити і відкоригувати параметри, які вводяться.

Під час проходження другого етапу тобто самого колоквіуму необхідно звернути увагу на основні аспекти:

а) робота проводиться індивідуально з кожним студентом за комп'ютером;

б) програма має бути доцільна щоб не було повторів;

в) можна в ході роботи пояснити питання, не даючи на нього відповіді;

г) обов'язково визначити мінімальний об'єм відповіді.

Якщо дозволяє технічне забезпечення, то працювати можна з усією групою.

Останній етап – оцінювання знань студентів. Попередню оцінку в процентному відношенні виставляє комп'ютер. Якщо

виявляються сумніви, можна додатково поставити одне – два питання, що вимагають короткої відповіді, графопобудову, пояснення ( це стосується якісних задач ).

Така робота проводиться 1–2 рази в семестр, вимагає ретельної підготовки із сторони студента. Оцінювати таку роботу бажано по 10-бальній шкалі, враховуючи всі види роботи, теоретична підготовка, обробка результатів, в тому числі і графічних, вміння узагальнювати і робити висновки.

Як результат можна констатувати:

- 1) покращення засвоєння теоретичного матеріалу, фізичного явища;
- 2) розвивається логіка мислення, що дуже важливо;
- 3) вдосконалюється робота студентів з комп'ютерною технікою.

## ДО ПИТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ СТУДЕНТІВ

В.В. Беднарський, О.В. Дворник, Н.Л. Дон, Г.П. Чуйко  
м. Херсон, Херсонський державний технічний університет

Фізика є фундаментальною дисципліною, тобто такою дисципліною, яка відіграє визначальну, основоположну роль у формуванні спеціалістів з вищою технічною освітою. Зокрема, можна вважати, що головним чином фізика та філософія формують підвалини професійного світогляду технічного спеціаліста. Тому форми контролю поточних та залишкових знань потребують сталого удосконалення та осучаснення.

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 мірки. В яких, 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 [1].

Як відомо, характеристиками тесту є [1]:

- релевантність;
- збалансованість;
- ефективність;
- об'єктивність;
- диференціюючий характер;
- валідність.

Використання тестів у навчанні є одним із раціональних доповнень форм і методів перевірки знань, вмінь і навичок студентів, особливо зручним для поточного контролю при використанні модульно-рейтингової системи оцінок.

У новітній час в учбовому 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 вмінь 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.

Найбільш доречним теоретично виглядає користуватися готовим пакетом тестових програм, аніж розробляти власний. Проте програмне забезпечення нерідко випереджає можливості матеріальної бази того чи іншого навчального закладу...

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

На кафедрі фізики та електротехніки ХДТУ, виходячи з подібних міркувань, створено програмний пакет Tahiti 2.0, який працює в операційному середовищі MS DOS і може запускатися навіть на комп'ютерах застарілих марок (починаючи з так званих "трійок"). Програмний пакет Tahiti 2.0 вже на протязі двох навчальних років успішно використовується для тестування студентів як у модульно-рейтинговій формі, так і на звичайних заліках.

Пакет Tahiti 2.0 передбачає захист інформації (як змісту самих 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. Тексти для тестування кожен викладач готує, користуючись певними вимогами, які передбачені самим

програмним пакетом. Це досить нескладна процедура в одному з текстових редакторів (MS DOS, або типу Windows Notepad). Запуск програми tahiti`2.exe виконує лише викладач, який проводить тестування.

Тому певний рівень невігластва студентів щодо нових інформаційних технологій враховані при розробці пакету: студент має лише ввести своє прізвище, ознайомитись із вимогами та розпочати тест. Взаємодія студента та комп'ютера зводиться до виконання інструкцій тесту. Все інше виконує програма. На протязі всього тестування на екрані є допоміжна інформація про те, що слід робити студентові та які клавіші функціонують. Проте два студенти, що сидять поруч за сусідніми машинами мають різні питання на своїх екранах.

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.

За два роки використання програмного пакету Tahiti 2.0, розробленого 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. Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний. Монография. – М.: Исследовательский центр, 1994. – 168 с.

# МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ОСОБИСТІСНО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ

Л.Ю. Благодаренко, Г.П. Грищенко, М.І. Шут  
м. Київ, Національний педагогічний університет імені  
М.П.Драгоманова

Для опанування педагогічним керуванням пізнавальною діяльністю студентів, адаптації освітнього процесу до особистісних особливостей студентів та їх перетворення на суб'єктів навчальної діяльності нами розроблена технологія особистісно-орієнтованого заняття з фізики, яке складається з декількох основних етапів.

## ***I. Етап мотивації особистісної орієнтації:***

- орієнтація студентів на усвідомлення внеску даного заняття в цілісну систему вивчення розділу або курсу фізики;
- керування студентами через зміст навчальної інформації з метою активізації їх суб'єктивного досвіду;
- створення психологічно сприятливих умов для проведення заняття.
- усвідомлення можливих рівнів досягнення результатів при виконанні поставлених завдань.

## ***II. Діагностика знань студентів і забезпечення виконання завдань:***

- виділення наукової інформації, яка буде вивчатись під час заняття, залучення студентів до визначення цілей і завдань заняття;
- діагностика підготовленості студентів до навчального процесу;
- визначення спільно зі студентами логіки обговорення питання, проблеми;
- обговорення зі студентами планування і конструювання елементів процесу у відповідності з послідовністю викладання нової навчальної інформації;
- вибір студентами способів фіксації при повідомленні нової інформації;
- здійснення репродуктивних і продуктивних способів пі-

знання, виконання студентами диференційованих завдань за вибором під час закріплення і повторення нових знань і способів дій;

- підтримання ділової дисципліни, керування міжособистісним спілкуванням студентів, формування моральної культури та культури поведінки;

- здійснення активної і продуктивної діяльності студентів по засвоєнню нових знань, осмисленню їх як складової частини системи раніше засвоєних знань, виявлення внутрішніх міжкурсових зв'язків;

### ***III. Контроль і оцінювання знань:***

- виявлення спільно зі студентами якості та рівня оволодіння знаннями і способами дій за допомогою контролю, самоконтролю і взаємоконтролю;

- надання студентам можливості порівняння отриманого ними результату з критеріями стандарту, визначеного у навчальній програмі, перевірка адекватності оцінювання навчальної діяльності студентом і викладачем;

### ***IV. Підбивання підсумків:***

- аналіз і оцінка успішності досягнення мети окремими студентами та колективом академічної групи, закріплення позитивної мотивації здійсненої діяльності;

- інформування про домашнє завдання, поради щодо його виконання з урахуванням варіативності запропонованих завдань (диференціація за рівнями складності та способами виконання).

Для проведення особистісно-орієнтованих занять з фізики викладачу необхідно вдосконалювати педагогічний процес, що вимагає цілісного перетворення і побудови педагогічної діяльності як індивідуальної системи на основі гармонізації і взаємної відповідності всіх її компонентів.

Застосування особистісно-орієнтованого навчання при проведенні занять з фізики вимагає виділення певних видів педагогічної діяльності, опанування яких викладачем забезпечить його професійну майстерність, компетентність і зумовить високу якість процесу навчання. Кожний вид педагогічної діяльності може бути представлений у вигляді сукупності конкретних професійних умінь.

Види педагогічної діяльності можуть бути інтерпретовані в

різних аспектах в зв'язку з цілями навчання і виховання, у відповідності до способів діяльності, досягнення мети і визначення результативності навчання. Всі вказані види педагогічної діяльності викладача при особистісно-орієнтованому навчанні визначаються особливостями цього типу навчання, а саме:

- повною структурою пізнавальної діяльності студентів, яка вміщує всі її етапи;

- розвитком і повноцінним формуванням особистості студентів на основі оволодіння знаннями і способами діяльності.

При моделюванні особистісно-орієнтованого заняття з фізики бажано виходити з наступних вимог:

- передбачення багатоаспектності і поліфункціональності особистісно-орієнтованого навчання;

- оцінювання стану педагогічного процесу, аналіз його функціонування і при необхідності здійснювання його корекції;

- постійної підтримки у студентів особистісної мотивації до навчальної діяльності, стимулювання інтересу до виконання поставлених завдань і прагнення досягти успіхів.

Отже, технологія проведення особистісно-орієнтованих занять з фізики за своїм змістом і структурою синтезує творчі процеси викладача і студентів, а тому вимагає творчого підходу до діяльності як викладача, так і студентів.

Спробуємо проаналізувати особливості педагогічної діяльності викладача і навчальної діяльності студентів при проведенні особистісно-орієнтованого заняття з фізики.

На наш погляд, особливості діяльності викладача полягають у наступному:

- процес конкретизації цілей заняття шляхом переведення змісту навчальної інформації в систему проблемних завдань;

- регулювання навчальної діяльності при дотриманні основних правил особистісно-орієнтованого навчання – забезпечення особистісно-значущих мотивів діяльності, надання студентам певної свободи дій та регуляція цих дій на основі повної структури пізнавального процесу;

- систематичний контроль за діяльністю студентів;

- формування у студентів задоволення особистісним аспектом діяльності;

- забезпечення стійкості процесу за рахунок адаптації на-



вчальної інформації до особистісних потреб студентів.

Особливостями діяльності студентів, на наш погляд, є:

- самостійне виявлення загальних закономірностей, ознак і критеріїв класифікації об'єктів, що підлягають вивченню;
- орієнтування у навчальному матеріалі, осмислення значущості даного заняття в цілісній системі наукового знання;
- самостійна реалізація плану діяльності, варіювання цього процесу у межах визначених норм;
- самостійне узагальнення і систематизація;
- усвідомлення особистісної та професійної значущості своєї навчальної діяльності під час заняття.

Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що застосування особистісно-орієнтованого навчання при проведенні занять з фізики – одна з основних умов перетворення в життя гуманістичного напрямку педагогічної науки і практики. В основі особистісно-орієнтованих занять з фізики лежить ідея створення інноваційного середовища, в якому успішно відбувається особистісне та професійне становлення студентів як майбутніх фахівців. Студенти, для яких під час занять створюються особистісно і професійно значущі умови, формуються професійно і психологічно. Концептуальні орієнтири дій і об'єктивізація особистісно і професійно ціннісних знань і умінь, обґрунтування навчання на концептуальних позиціях, а не на емпіричному навчальному матеріалі створює сприятливі умови для досягнення основних цілей особистісно-орієнтованого навчання.

#### *Література:*

1. Бех І.Д. Особистісно-орієнтоване виховання: Науково-метод. посібник. – К.: ІЗМН, 1998. – 204 с.
2. Подмазин С.И. Личностно-ориентированное образование: Социально-философское исследование. – Запорожье: Просвіта, 2000. – 250 с.
3. Рибалка В. Психолого-педагогічні принципи і стадії розробки особистісно-орієнтованої підготовки учнівської молоді в системі неперервної професійної освіти // Неперервна професійна освіта: теорія і практика. – 2001. – Випуск 2. – С. 33-41.

# ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СИСТЕМУ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИКЛАДАННІ ФІЗИКИ СТУДЕНТАМ НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

В.В. Бойко

м. Київ, Національний аграрний університет

Система точного землеробства є показовим прикладом використання фізичних явищ на сучасному рівні науки та техніки. Саме тут може бути показано на багатьох прикладах, близьких до вибраної студентом спеціальності, те різноманіття різних фізичних явищ та закономірностей (від механіки й до ядерної фізики), що безпосередньо використовуються в точному землеробстві. Тому впровадження інформації про цю передову технологію в викладання курсу фізики для студентів Національного аграрного університету (НАУ) представляє певний інтерес.

Відмітимо, що нами, як авторами типової програми навчальної дисципліни “фізика” для підготовки фахівців у вищих аграрних закладах освіти III–IV рівнів акредитації із спеціальностей “Механізація сільського господарства” та “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва”, було введено інформацію про систему точного землеробства, та рекомендовано її використання в лекційному курсі, як надзвичайно показовий приклад використання фізичних явищ на сучасному рівні науки та техніки.

Вже на перших лекціях з механіки при розгляді систем відліку відзначаємо, що система координат не обов’язково повинна бути декартовою, тобто системою з трьома взаємноперпендикулярними осями ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Так, система точного землеробства, що починається з картографування урожайності, використовує отримані з допомогою супутникової системи глобального позиціонування значення довготи, широти, висоти над рівнем моря ( $\varphi$ ,  $\theta$ ,  $h$ ) комбайна з достатньою для цілей картографування точністю. Підкреслюємо, що при цьому можливе визначення моментальної урожайності та місцезнаходження машини та створення бази даних в бортовому комп’ютері. При цьому на доступних для першокурсників прикладах оцінюємо час прохо-

дження сигналу до супутника та назад, щільність збору інформації при картографуванні (тобто, кількість точок виміру на гектар) та т. і.

На протязі кількох лекцій, в яких йде мова про розповсюдження електромагнітних хвиль, їх властивості, особливості поглинання та відбивання при проходженні в вакуумі, повітрі та в середовищі (тут порівнюємо ґрунтові та металічні поверхні) постійно наводимо, як приклади, передачу сигналів від передавача, що встановлений на комбайні чи тракторі до супутника та назад до приймача в системі глобального позиціонування. При введенні поняття про абсолютний показник заломлення світла, обов'язково підкреслюємо різницю між умовами проходження хвилі в вакуумі та в різних середовищах.

Саме на цих прикладах, близьких до вибраної спеціальності, порівнюємо частоти, довжини хвиль та ін. різних електромагнітних випромінювань (радіохвиль різного діапазону, особливо такого, що використовується в системі глобального позиціонування, видимого випромінювання, гама-квантів). В цих прикладах нагадуємо, відомий ще з шкільного курсу фізики взаємозв'язок частоти та довжини хвилі. Тут підводимо студента до розуміння того, якими повинні бути частоти (довжини хвиль) випромінювання, що використовується в супутниковому зв'язку між робочим агрегатом в полі та супутником. Показуємо, що це повинні бути радіохвилі діапазону вище чим  $10^8$  Гц, тобто гігагерцового діапазону ( $\text{ГГц}=10^9$  Гц).

В заключних лекціях курсу при розгляді елементів ядерної фізики обов'язково приводиться, як приклад використання досягнень в цій галузі в системі точного землеробства, будова приладу для вимірювання маси зерна, що попадає в бункер комбайна (датчик урожайності). В такому датчику фірми Массей Фергюсон системи точного землеробства Fieldstar для вимірювання моментальної та загальної урожайності використовується поглинання радіоактивного випромінювання від малопотужного ізотопу. Тому цей приклад з демонстрацією принципової схеми датчика наочно показує, як на перший погляд далекі від потреб сільського господарства досягнення дозиметрії ядерних випромінювань, використовуються в сучасних технологіях, таких, як система точного землеробства. Тут нагадуємо й поняття про ква-

нти електромагнітного випромінювання та їх енергію. Порівнюємо енергію кванта випромінювання радіохвильового діапазону (навіть найбільш височастотного, що використовується в супутниковому зв'язку) та енергію гама-кванта випромінювання від ізотопу, що використовується в датчику урожайності на комбайнах в системі точного землеробства Fieldstar. Ці приклади демонструють та свідчать про корпускулярно-хвильовий дуалізм електромагнітного випромінювання, що в цих конкретних прикладах випромінювання в більшій мірі проявляє хвильову природу, коли мова йде про радіодіапазон, і являється корпускулою в випадку гама-випромінювання.

Важливо відмітити, коли мова йде про реальне, практичне використання системи точного землеробства, що передача інформації в контрольний сервісний пункт, який знаходиться на значних відстанях від техніки, що працює в полі (показників роботи трактора чи комбайна таких, як, наприклад, температура двигуна, кількість обертів, значення напруги в важливих точках електричних схем та ін., або індикація позаштатної ситуації), завдяки дистанційному моніторингу та діагностиці вже стало в 2002 році реальністю в роботі таких фірм, як, наприклад, AGCO (див. міжнародний журнал Мессей Фергюсон цієї корпорації “News @MF” або на сайті в Інтернеті).

Відзначаємо під час лекцій та роботи фізичного гуртка з найбільш підготовленими студентами досягнення науковців навчально-наукового технічного інституту НАУ під керівництвом проф. Войтюка Д.Г. та проблемної лабораторії точного землеробства (доц. Аніскевич Л.В.) по впровадженню найпередовіших технологій точного землеробства в Україні. Відмітимо, що нещодавно (квітень 2002 року) на базі навчально-наукового технічного інституту НАУ відбулась перша міжнародна науково-практична конференція по системі точного землеробства, на засіданнях якої були присутні і студенти НАУ.

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯВИЩА ДИСПЕРСІЇ СВІТЛА

О.С. Бойко, В.М. Кадченко

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет

В комп'ютерних навчальних програмах з фізики, що з'явилися останнім часом, спостерігається поступовий перехід від статичного кольорового зображення явищ та процесів до створення більш якісних і змістовних навчально-моделюючих програм, які забезпечують можливість різноманітного впливу на умови протікання фізичного процесу, втручання в фізичний експеримент на будь-якій його фазі, акцентування фізичної суті явищ з урахуванням рівня підготовки користувача. Такі розробки існують в області механіки, хвильової та геометричної оптики, електромагнетизму, молекулярної і квантової фізики для шкільного та загального курсів [1–4]. Існуючі розробки мають як свої сильні сторони, так і деякі обмеження, що відкриває можливості доповнення, удосконалення та пошуку нових шляхів комп'ютерної реалізації фізичних моделей.

З огляду на високі темпи і перспективи комп'ютеризації навчального процесу в школах і вищих навчальних закладах нагальною стає задача створення систематизованих електронних посібників з фізики для середньої та вищої школи. Культура підготовки електронних підручників лише створюється, вона дуже трудомістка та багатогранна [5]. Все ж здається, що електронний підручник, який має, як правило, великий об'єм, не виправдовує себе для основної категорії тих, що вивчають фізику (студентів очної форми навчання, школярів). Довготривала напружена робота з екраном монітора може негативно вплинути на здоров'я і в кінцевому результаті – на якість навчання.

Більш доцільною, на наш погляд, є орієнтація на електронні додатки до відомих рекомендованих підручників фізики або навчальних програм середньої та вищої школи. Такі дидактичні програмні засоби дозволяють розумно поєднувати вдумливу роботу над книгою з комп'ютерним фізичним експериментом або демонстрацією. Це урізноманітнює психофізіологічне, інтелек-

туальне навантаження та характер навчальної діяльності, надає викладачеві і студенту можливість вибрати навчальну літературу, не обмежуючись певним виданням. В області навчальних комп'ютерних програм необхідна така ж різноманітність наукового рівня та об'єму фізичного змісту, яку ми маємо у фізичній навчальній літературі. Електронні додатки до курсу фізики також можуть бути використані як самостійні засоби демонстрації на лекційних та практичних заняттях.

Навчальна програма “Дисперсія світла” є наступною частиною електронного додатку до курсу оптики, що створюється на кафедрі фізики педагогічного університету, та здійснює загальні методичні підходи, сформульовані в роботі [6].

Програма дозволяє в тривимірному просторі продемонструвати та дослідити вплив різних факторів на:

- хід променів в призмі;
- розкладання складного світла в спектр;
- метод схрещених призм Ньютона;
- утворення хвильового пакета;
- поняття фазової та групової швидкості;
- ефект Вавилова – Черенкова;
- поглинання світла при аномальній дисперсії;
- колір тіл.

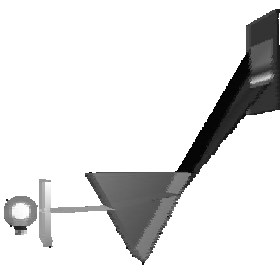


Рис. 1.

Деякі з названих дослідів описані нижче. При демонстрації дисперсії світла в трикутній призмі (рис. 1.) передбачена можливість змінювати заломлюючий кут призми, кут падіння променя, довжину хвилі променя, вибрати матеріал призми, а також про-

водити досліді над призми з різних матеріалів (оптичне середовище описується формулою Коші  $n=A+b/\lambda^2$ ).

Хвильовий пакет (рис. 2.) утворюється в результаті суперпозиції гармонічних хвиль у вузькому інтервалі частот ( $\Delta\omega \ll \omega$ ).

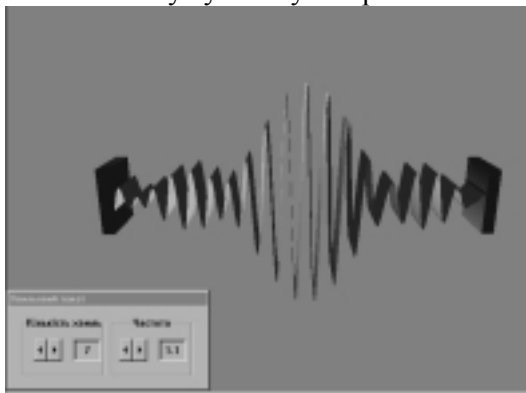


Рис. 2.

Користуючись елементами управління викладач має можливість змінювати кут зору та положення спостерігача відносно генератора та приймача хвиль, змінювати частоту та кількість хвиль, що накладаються.

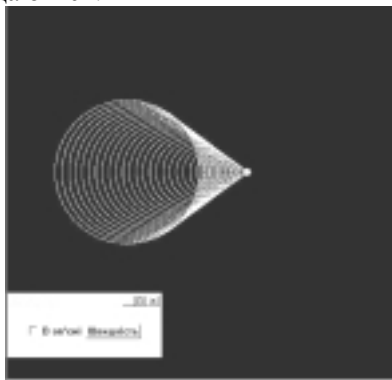


Рис. 3.

Ефект Вавилова-Черенкова спостерігається при попаданні в прозоре середовище частинки, швидкість якої перевищує фазову швидкість світла в цьому середовищі. Демонстрація цього явища (рис. 3) показує утворення фронту світлової хвилі в плоскому

або об'ємному зображенні. Швидкість руху частинки можна змінювати відносно швидкості поширення хвиль.

Сприйняття кольору людським оком залежить від спектрального складу випромінювання та відносної яскравості монохроматичних складових. Використовуючи основні кольори (червоний, зелений, синій) та змінюючи їх яскравість, можна продемонструвати утворення адитивної суміші кольорів і спостерігати будь-які кольори в системі Мансела (рис. 4).

Джерела світла в цій програмі виконані як лампи, що здійснюють коливний рух, при цьому кольори на екрані періодично накладаються, утворюючи різнозбарвлені фігури. Цю картину можна зафіксувати в будь-який момент часу.

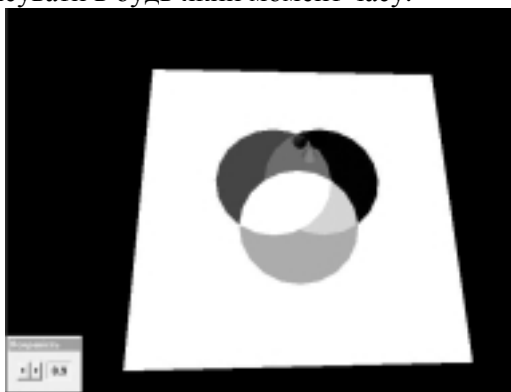


Рис.4.

Більшість демонстрацій цієї програми будуть цікаві та зрозумілі учням загальноосвітньої школи, можна рекомендувати їх зацікавленим учителям.

Програма реалізована в середовищі Visual C++ 6.0. Вона може виконуватись на всіх системах, де встановлена бібліотека OpenGL (Windows, OS/2, MacOS, UNIX та ін.)

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Сумський В.І. Загальна фізика: Електрика та магнетизм: Навч. посіб. з комп'ютерною підтримкою. – К.: 3-д "Росток", 2001. – CDR №1. – 400 МБ.
2. А.Г. Григорович, В.Г. Григорович, Р.І. Лукін, Р.М. Сосяк. 3 досвіду розробки та впровадження моделюючих навчальних



- програму шкільний курс фізики. // 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. – С.100-105.
3. Засядько І. Реалізація особистісно-зорієнтованого навчання студентів засобами комп'ютерної техніки.// Наукові записки. – Випуск 46. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2002. –С. 21-25.
  4. Кірвас Є.О., Шарко В.Д. Віртуальний засіб навчання фізики "Хвильова оптика" // Матеріали міжнародної конференції "Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти". – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – С. 63–67.
  5. Розробка та застосування у навчальному процесі електронних підручників // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2002. – №4.
  6. А.С. Бойко, В.Н. Кадченко. Динамические компьютерные модели явления поляризации света. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 31-37.

# ВЗАЄМОДІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА МАГНІТНИХ ДИПОЛІВ

В.І. Бурак<sup>1</sup>, А.В. Бурак<sup>2</sup>

<sup>1</sup> м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет

<sup>2</sup> м. Кривий Ріг, Саксаганський природничо-науковий ліцей

Дослідження взаємодії електричних та магнітних диполів має важливе наукове, навчальне та практичне значення. В той же час у навчальних посібниках з фізики, авторами яких є І.В. Савельєв, Д.В. Сивухін, Б.М. Яворський, О.Н. Матвєєв, І.Є. Тамм, Г.С. Калашников, О.І. Ахієзер, Я.П. Терлецький і Ю.П. Рібаков, Л.Д. Ландау і Є.М. Ліфшиць, Р. Фейнман, Е. Парсел та інші, а також у навчально-методичній та науковій літературі дане питання практично не розглянуто.

## *1. Енергія взаємодії диполів*

Виходячи із загальновідомих виразів для напруженості електричного поля електричного диполя чи індукції магнітного поля контура зі струмом (магнітного диполя) та виразу для потенціальної енергії диполя, поміщеного в поле, можна отримати вираз для енергії взаємодії двох диполів, котрі знаходяться на значній відстані між собою:

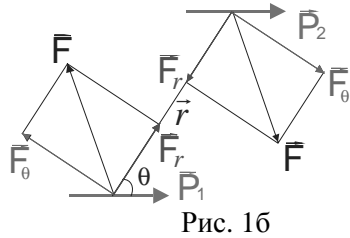
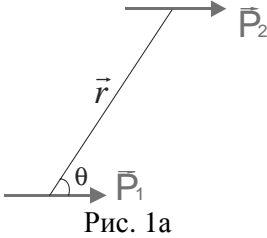
$$W_{B3} = k \frac{[(\vec{P}_1 \cdot \vec{P}_2) - 3(\vec{P}_1 \cdot \vec{i}_r)(\vec{P}_2 \cdot \vec{i}_r)]}{r^3}, \quad (1)$$

де:  $\vec{P}_1, \vec{P}_2$  – моменти диполів;  $\vec{i}_r$  – одиничний вектор радіус-вектора  $\vec{r}$ , який з'єднує центри диполів;  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  чи  $\frac{\mu_0}{4\pi}$  для електричного чи магнітного поля.

Наявність однакового виразу для енергії взаємодії електричних і магнітних диполів дозволяє розбудовувати єдину теорію їх взаємодії. В загальному випадку при довільній орієнтації диполів вираз для енергії їх взаємодії достатньо складний. Тому ми обмежимося взаємодією паралельних диполів, для яких вираз (1) має відносно простий вигляд:

$$W_{B3} = k \frac{P_1 P_2 (1 - 3 \cos^2 \theta)}{r^3}, \quad (2)$$

де:  $\theta$  – кут між напрямом електричних (магнітних) моментів і радіус-вектором  $\vec{r}$ , який їх з'єднує (рис. 1а). Для антипаралельних диполів необхідно взяти знак мінус.



## 2. Сила та момент сили взаємодії паралельних диполів

Силу взаємодії диполів легко отримати, беручи похідну від енергії зі знаком мінус. Як видно з виразу (2) сила взаємодії між паралельними диполями має дві складові: радіальну  $F_r$  і полярну (тангенціальну, дотичну)  $F_\theta$  (рис. 1б):

$$F_r = \frac{dW}{dr} = -3k \frac{P_1 P_2 (1 - 3 \cos^2 \theta)}{r^4}; \quad (3)$$

$$F_\theta = -\frac{1}{r} \frac{dW}{d\theta} = -3k \frac{P_1 P_2}{r^4} \cdot \sin 2\theta. \quad (4)$$

Загальна сила взаємодії двох паралельних диполів має вигляд:

$$F = \sqrt{F_r^2 + F_\theta^2} = 3k \frac{P_1 P_2}{r^4} \sqrt{(1 - 3 \cos^2 \theta)^2 + \sin^2 2\theta}. \quad (5)$$

Як бачимо, обидві складові  $F_r$ ,  $F_\theta$  та загальна сила  $F$  прямо пропорційні величинам електричних (магнітних) моментів, обернено пропорційні відстані  $r$  у четвертому степені і мають різну залежність від кута  $\theta$ . Графіки залежностей  $F_r$ ,  $F_\theta$ ,  $F$  від кута в межах від  $-90^\circ$  до  $90^\circ$  зображені на рис. 2. Векторна діаграма сил взаємодії диполя, який знаходиться у центрі кола, з іншими, паралельними йому диполями, розташованими на певній однаковій відстані від нього зображена на рис. 3. Довжина кожного вектора на діаграмі прямо пропорційна величині відповідної сили. Для зручності використано тільки додатні кути в межах від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , так як діаграма симетрична. На рис. 4 зображена діаграма просторового розподілу модулів сил  $F_r$ ,  $F_\theta$ ,  $F$  взаємодії диполя, який знаходиться у центрі кола, з іншими, паралельними йому дипо-

лями, розташованими на певній однаковій відстані від нього. Модулям сил для певного кута відповідають на рисунку довжини відрізків, проведених із точки  $O$  під даним кутом до горизонтальної осі. Об'ємні діаграми можна отримати шляхом обертання рис. 3 і 4 відносно вертикальної чи горизонтальної осей.

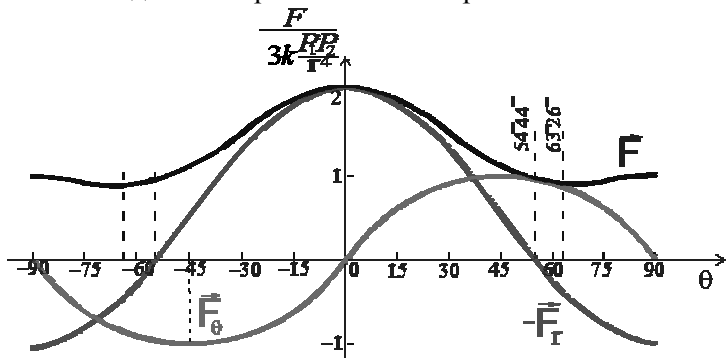


Рис. 2.

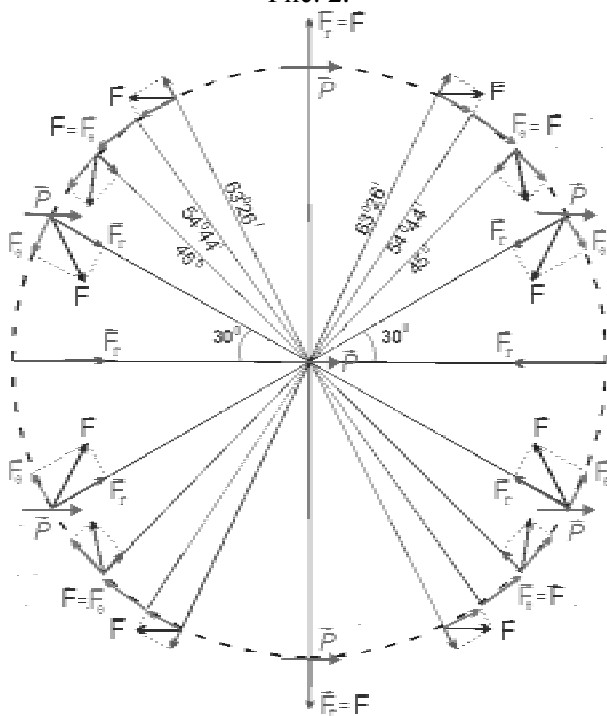


Рис. 3.

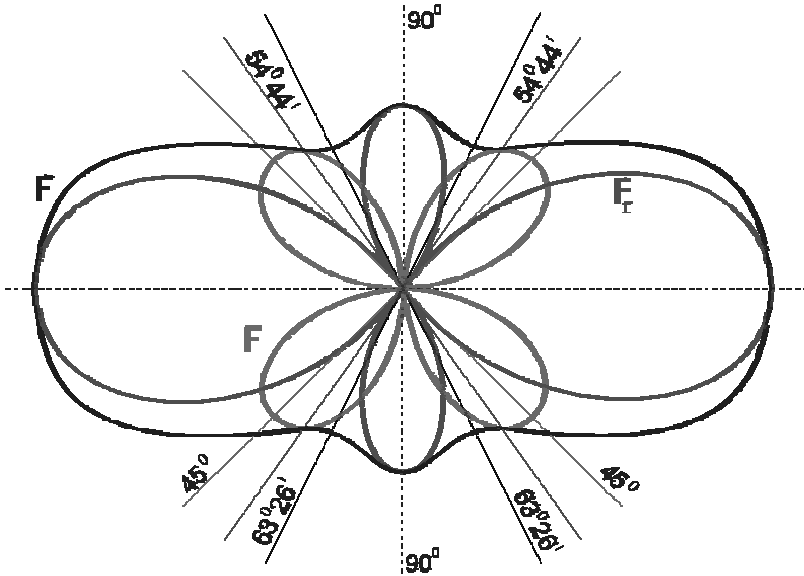


Рис. 4.

Проаналізуємо більш детально залежності  $F_r$ ,  $F_\theta$ ,  $F$  від кута.

Із виразу (3) видно, що  $F_r$  може приймати додатне, від'ємне та нульове значення. Радіальна складова сили взаємодії рівна нулю при умові:

$$1 - 3\cos^2 \theta_0 = 0 \Rightarrow \operatorname{tg} \theta_0 = \pm\sqrt{2} \Rightarrow \theta_0 = \pm 54^\circ 44'. \quad (6)$$

Тобто радіальна складова має характер сили притягання при кутах, менших за  $\theta_0 = \pm 54^\circ 44'$ , характер сили відштовхування при більших кутах і дорівнює нулю при  $\theta_0$ . Дослідження на екстремум виразу (3) показує, що найбільша сила притягання спостерігається при кутах  $0^\circ$ ,  $180^\circ$  (при розташуванні диполів вздовж однієї прямої), а найбільша сила відштовхування спостерігається при кутах  $\pm 90^\circ$  (при взаємно перпендикулярному розташуванні диполів):

$$F_{r \max \text{ притяг}} = -6k \frac{P_1 P_2}{r^4}, \quad (7)$$

$$F_{r \max \text{ відштовх}} = 3k \frac{P_1 P_2}{r^4}. \quad (8)$$

Причому, модуль найбільшої сили притягання вдвічі біль-

ший за модуль найбільшої сили відштовхування.

Дотична складова сили взаємодії  $F_\theta$ , як видно із виразу (4), залежить від кута як функція  $\sin 2\theta$ , тобто має нульове значення для кутів  $0^\circ$  та  $90^\circ$  і максимум для кута  $45^\circ$ . Наявність дотичної складової сили взаємодії приводить до того, що паралельні диполі прагнуть зміститись в сторону менших кутів.

Для кутів, менших за  $\theta_0$ , диполі притягаються і одночасно рухаються в сторону менших кутів. Для кутів від  $\theta_0$  до  $90^\circ$  диполі рухаються в сторону менших кутів, спочатку віддаляючись, а потім притягаючись один до одного. Тобто, попри те, що для кутів, більших за  $\theta_0$ , радіальна складова має характер відштовхувальної сили, внаслідок дії дотичної складової сили диполі все одно притягаються між собою, рухаючись при цьому по складних траєкторіях. Відштовхування строго спостерігається тільки для взаємно перпендикулярного розташування диполів.

Дослідження на екстремум функції (5) показує, що результуюча сила  $F$  взаємодії паралельних диполів має максимум для кутів  $0^\circ$ ,  $180^\circ$  (притягання диполів, які розташовані вздовж однієї прямої) та для кутів  $\pm 90^\circ$  (відштовхування для взаємно перпендикулярного розташування диполів), мінімум для  $63^\circ 26'$  і точки перегину для кутів  $27^\circ 31'$  і  $75^\circ 23'$ .

Все, сказане вище, справедливе тільки для паралельних векторів електричних (магнітних) диполів, наприклад, для намагнічених в одному напрямі феромагнітних частинок у зовнішньому однорідному магнітному полі. Якщо між собою взаємодіють антипаралельні диполі за відсутності зовнішнього поля, то області притягання й відштовхування міняються місцями, причому максимальна сила відштовхування вдвічі більша за максимальну силу притягання. Це відповідає, наприклад, тій простій ситуації, що магніти відштовхуються однойменними полюсами.

Із рис. 1б видно, що крім сил на кожен із диполів діє також момент сил:

$$M = rF_\theta = 3k \frac{P_1 P_2}{r^3} \cdot \sin 2\theta . \quad (9)$$

Як бачимо, момент сил прямо пропорційний величинам електричних (магнітних) моментів, обернено пропорційний відстані  $r$  в третій степені і має таку ж залежність від кута  $\theta$ , як і дотична складова сили взаємодії (рис. 2).

Під дією цього механічного моменту сил диполі прагнуть розвернутись таким чином, щоб вектори їх дипольних моментів орієнтувались паралельно вздовж однієї лінії. Вказаний обертовий момент зникає, якщо диполі розташовані вздовж однієї лінії, ( $\theta=0^\circ, 180^\circ$ ): тоді однонаправлені диполі тільки притягаються, а протилежно направлені – відштовхуються між собою.

Зрозуміло, що в достатньо сильному зовнішньому електричному (магнітному) полі обертовий момент, пов'язаний з дією поля, значно перевищує обертовий момент, пов'язаний із взаємодією диполів, тому вони орієнтуються в напрямі напруженості (індукції) зовнішнього електричного (магнітного) поля. В цьому випадку можна обмежитись тільки силами взаємодії між диполями. Якщо ми розглядаємо взаємодію диполів за відсутності зовнішнього поля, то необхідно враховувати як сили, так і моменти сил їх взаємодії.

В результаті взаємодії, диполі в більшості випадків одночасно розвертаються в сторону співнаправленої орієнтації їх електричних (магнітних) моментів і притягаються між собою. Дія моменту сил, яка співнаправлено орієнтує диполі, аналогічна зменшенню кута  $\theta$ . Це приводить до збільшення сили притягання. Відштовхування, як і раніше, строго можливе лише для кута  $\theta=90^\circ$ . Але і в цьому випадку, варто лише одному із диполів під впливом якихось причин дещо змінити напрям, як дія обертового моменту сил приведе до поступового співнаправленого розвертання диполів, а потім і до їх притягання.

Отримані результати, окрім науково-методичного, мають також і практичне значення для розрахунку сили та моменту сили взаємодії магнітних диполів, наприклад намагнічених частинок магнетиту під час магнітної сепарації.

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ДЛЯ ДЕЯКИХ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ВОЗ

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

Фізика – одна з фундаментальних дисциплін, яка суттєво впливає на формування наукового світогляду учнів та студентів, є базою для успішного засвоєння більшості інженерних та фахових дисциплін. Разом з тим, загальна тенденція розвитку сучасної вищої технічної школи така, що в планах підготовки майбутніх фахівців технічних напрямів і спеціальностей фундаментальним дисциплінам відводиться все менше місця. Причини такого становища, в основному, відомі, їх можна віднайти в чисельних публікаціях [1].

Введення в дію нормативів Міністерства освіти і науки (МОН) України про максимальне тижневе аудиторне навантаження студента до 30 годин ще більше ускладнило долю фундаментальних дисциплін, в першу чергу фізики. Аргументи переконливі і прості: оскільки на фізику відведено значні обсяги підготовки, то їх зменшення буде менш відчутним, ніж для дисциплін, де ці показники незначні. У підсумку на вивчення фізики для фахівців технічних спеціальностей в УкрДЛТУ замість 270 годин аудиторного навантаження (450 годин загального навантаження) згідно з навчальною програмою для інженерно-технічних та технологічних спеціальностей ВОЗ, затвердженої комісією Методичної ради мініосвіти України, залишилося 204 години. На заочну форму навчання відхилення в 5-7 разів менше від рекомендованих міністерством програм. Для решти спеціальностей справи не кращі. Разом з тим і той аудиторний час, що передбачений навчальним планом, викладачі не в повній мірі використовують за прямим призначенням. Це головним чином зумовлено покриттям прогалин шкільної освіти.

Таким чином, кількість годин, які виділяються на вивчення фізики для всіх спеціальностей, має тенденцію до зменшення (і це – об'єктивний процес), тому що після надання бакалаврам



освітньо-професійного рівня частка дисциплін професійного спрямування ще більше зросла, а відтак обсяги фундаментальної підготовки в такій пропорції зменшилися. Тому кафедрам фізики технічних ВОЗ необхідно вишукувати власні резерви для утримання рівня підготовки з фізики на попередніх позиціях. Розглянемо деякі з них.

**Запровадження елективних курсів з метою покращення фундаментальної підготовки фахівців.** На кафедрі фізики УкрДЛТУ розроблені елективні курси за специфікою навчального закладу із збереженням фундаментального фізичного підґрунтя, які охоплюють основні технічні напрями підготовки фахівців. До названих елективних курсів належать: фізика деревини для напрямку технологія деревообробки, фізичні методи діагностики матеріалів для напрямку інженерна механіка, радіобіологія для напрямків лісове і садово-паркове господарство та екологія. Перераховані елективні курси мають подібну структуру: містять теоретичну і практичну частини навчального процесу, читаються після викладання фізики, теоретичний виклад супроводжується лабораторним практикумом, розробленим конкретно для кожної із спеціальностей. Навчальними програмами для цих курсів передбачено 17 годин лекцій і 17 годин лабораторних занять. З наведених обсягів стає зрозумілим, що далеко не прагматичні цілі переслідувалися, розробляючи і впроваджуючи ці курси, адже і лекції, і лабораторні роботи стали можливими тільки завдяки попереднім науковим дослідженням, що проводились в більшості з запропонованих напрямків. Елективні курси радіобіологія та фізика деревини фактично перейшли в ранг обов'язкових, оскільки їх вивчають усі студенти відповідних напрямків (спеціальностей). З метою повноти викладу подаємо короткі відомості про запроваджені елективні курси.

Елективний курс “Фізика деревини” дозволяє студентам більш глибоко оволодіти фізичними процесами в ході тепло- і масообміну, електричними і оптичними властивостями деревини та лакофарбових матеріалів. Вивчаючи електричні властивості та спектри ЕПР вдається встановити вплив води та інших факторів на фізичні процеси в деревині, що дозволяє прогнозувати розвиток технології виробництва, використання нової техніки, шляхи її створення та оновлення. Дослідження спектрів поглинання та

випромінювання різних лакофарбових матеріалів дозволяє студентам більш детально знайомитися з фізикою процесів фотополімеризації лаків і оздобленням меблів. На кафедрі розроблено і використовується 8 лабораторних робіт, які охоплюють електричні та оптичні властивості деревини і лакофарбових покриттів. Слід відмітити, що студенти відповідально відносяться до цього курсу, оскільки використовують знання і результати досліджень в своїх курсових і дипломних роботах. Трапляються випадки, коли викладачі кафедри є співкерівниками дипломних проєктів, в яких застосовуються дослідження з цього курсу.

Курс “Радіобіологія” дає студентам основні відомості з радіаційної фізики, дозиметрії та радіаційної техніки. В лабораторії студенти виконують роботи дозиметричного контролю рівня гамма-фону, ступеня радіаційної чистоти продуктів харчування, визначення рівня індивідуальних доз опромінення, кількісного та якісного складу радіонуклідів в пробах ґрунтів, деревини та продуктів побічного лісокористування. Для проведення лабораторного практикуму з “Радіобіології” на кафедрі є необхідне лабораторне устаткування та обладнання: гамма-спектрометрична установка СУ-01 ОКО з комп’ютерним супроводом та програмним забезпеченням, радіометри РУК-ОІ, “Бета”, КРБ-1, СРП-68-01, “Прип’ять”, дозиметри ДРГ1-05, ДРГ3-04, “Синтекс” та інші. Більша частина часу в цій програмі виділяється питанням взаємодії іонізуючих випромінювань з речовиною, основам дозиметрії та одиницям вимірювання іонізуючих випромінювань, гігієнічним аспектам радіаційної безпеки населення, проблемі мінімізації наслідків Чорнобильської аварії.

Із запровадженням елективних курсів вирішуються наступні питання:

- посилюється фундаментальна складова освіти;
- запроваджуються притаманні для конкретної спеціальності специфічні фізичні методи дослідження з ознайомленням і використанням необхідного обладнання, які не можуть бути репрезентовані в загальному курсі фізики. Виняткового значення набуває озброєння новітніми методами фізичного експерименту осіб, які в подальшому продовжать навчання в магістратурі;
- проводиться предметне екологічне виховання студентської молоді з використанням радіаційної тематики: зразків деревини,

грунтів, продуктів побічного лісокористування, взятих з зон забруднення Чорнобильської АЕС та близьких до неї районів;

– вивчаються проблеми галузі науковцями кафедри, завдяки чому переносяться розроблені на кафедрі фізичні методики, унікальне обладнання і установки для дослідження деревини та продукції побічного лісокористування;

– висуваються теми студентських наукових робіт виключно за профілем спеціальності, що викликає зацікавлення студентів і сприяє їх творчому і професійному зростанню;

– вносяться пропозиції спільного керівництва курсовими і дипломними роботами, що мають дослідницький характер;

– участь науковців кафедри у підготовці і написанні посібників, монографій та спільних наукових робіт з використанням отриманих результатів досліджень.

Таким чином, елективні курси сприяють не тільки більш високій фаховій підготовці, а й застосуванню розвинутих і набутих на кафедрі методик для вирішення наукових і прикладних завдань галузі, надають прикладним дослідженням фундаментального характеру.

**Відзначимо особливості викладання фізики для напрямів лісове і садово-паркове господарство та екологія.** Майбутні фахівці лісового і садово-паркового господарства, мисливство-знавці, екологи вивчають фізику впродовж одного-двох семестрів в обсязі 51 год. лекцій і 51 год. лабораторно-практичних занять.

Сучасні лісові та заготівельні господарства є комплексними структурами, які займаються не тільки лісовирощуванням і лісо-відновленням, але і здійснюють лісозаготівельні, лісотранспортні, будівельні та інші види робіт, проводять первинну переробку деревини, випускають пилопродукцію, мають в своєму розпорядженні лісопильні, деревообробні, меблеві, консервні та інші цехи, де виготовляється продукція. В їх структурі наявні автопаркові господарства, лісозаготівельна техніка, котельні з парогенераторними установками, розсадники лісових культур тощо.

Навчальними програмами для цих спеціальностей не передбачено ні вивчення теоретичної механіки, ні жодної з дисциплін, які складають підгрунтя інженера: опір матеріалів, теплотехніку, електротехніку, теорію механізмів, деталі машин тощо. Разом з

тим вивчаються інженерні, суто професійні, дисципліни, як от: механізація лісогосподарських робіт, лісоексплуатація, гідротехнічні меліорації, лісотранспортні машини та механізми, лісові дороги тощо. Зрозуміло, що на фізику покладаються додаткові вимоги щодо компенсації деяких потрібних технічних теоретико-прикладних відомостей, характеристик матеріалів з цих дисциплін, необхідних для викладу та засвоєння професійно-орієнтованих дисциплін. Виклад такого матеріалу здійснюється у відповідних розділах курсу фізики.

З іншого боку, основним блоком професійно-орієнтованих дисциплін майбутніх фахівців лісового господарства є біологічний, адже ліс-біологічний об'єкт з дисциплінами: ботаніка, фізіологія рослин, дендрологія, лісові культури, лісова генетика, лісознавство та ін., які вимагають своєрідного фізичною підґрунтя. Різноманітність підходів ускладнюється ще й тим, що деякі розділи фізики чи окремі теми в сучасних програмах відсутні. Вважається, що їх знання з середньої школи є достатніми.

З огляду на викладене, зрозумілою є складність завдання, щоб у 51-годинний лекційний курс фізики і в такий же обсяг лабораторно-практичних занять викласти основний курс з відображенням елементів інженерних і біологічних наук, які б давали належну основу для фахового викладу професійно-орієнтованих дисциплін. Звичайно, найпростішим і найбільш дійвовим заходом було б доведення таких обсягів підготовки, які існують у зарубіжних ВОЗ для однойменних спеціальностей [4], де вони в два рази вищі.

Поставлене завдання досягається комплексним поєднанням і взаємоузгодженням всіх форм навчального процесу: лекційних, лабораторних та практичних занять і наукової роботи студентів, що дало можливість суттєво покращити вивчення фізики.

В лекціях подається основний матеріал курсу загальної фізики з послідовним, систематичним викладом основних явищ і понять фізики в їх узагальненому вигляді, з теоретичними викладками. Питання спеціалізації враховуються в той спосіб, що курс фізики для цієї категорії фахівців подається з елементами біофізики. Останні виступають не як самостійні незалежні частини, а подаються у вигляді крапель до основного курсу, зберігаючи логічну цілісність. Разом з тим, елементи біофізики не

зводяться до наведення прикладів або фактів спеціалізації, а подаються в органічній єдності. Так, розглядаючи пружні сили, пружні властивості деревини висвітлюються як властивості композитного матеріалу, особливості якого визначаються його складом і структурою. Особливості дифузії йонів через клітинні мембрани відповідають за виникнення біопотенціалів в деревині, що росте. При цьому вивід закону Фіка для дифузії та виникнення контактної різниці потенціалів, наявність ємнісного, йонного струмів через мембрани є природними і логічними, не забираючи додаткового часу. Розподіл Больцмана і зміна тиску повітря з висотою пов'язується з температурною і барометричною залежностями, ареалів зростання основних лісоутворюючих порід Карпат (дуба, бука, смереки); поглинання світла і вивід закону Бугера розглядається на прикладі поглинання хлорофілу з наведенням смуг поглинання та багато іншого. Ліс – система екологічна і завершення лекційного курсу не може залишити поза увагою наслідки Чорнобильської катастрофи.

На практичних заняттях розглядаються питання, необхідні студентам для засвоєння інженерних фахових дисциплін: обертовий момент, падіння зваленого стовбура дерева, енергія коливань незакріплених кінців хлестів на лісовозному транспорті, тиск його на вісь лісовоза, механічні властивості матеріалів, прикладної електродинаміки, резонанс напруг, активний і реактивний опори в колі змінного струму та ін. Розроблено програмне забезпечення для типових практичних завдань (всього понад 60 програм), що дозволяє студентам моделювати фізичні процеси із змінними параметрами.

Лабораторні заняття – важливий засіб активізації навчальної роботи студентів впродовж всього навчального семестру. В ході виконання лабораторних робіт студенти знайомляться з фізичними методами і методиками, які згодом вони будуть використовувати в профільюючих дисциплінах (фізіологія рослин, ґрунтознавстві, насінництві, підсочці лісу та ін.), принципом роботи приладів і обладнання, теорією похибок, побудовою графіків тощо. З цією метою здійснюється відповідна побудова лабораторного практикуму. Студенти проводять дослідження на “своїх” об'єктах: визначення концентрації цукру в соках (березовому, кленовому), визначення забруднення радіонуклідами в продук-

тах харчування та побічного лісокористування (грибах, ягодах, лікарських рослинах), вимірювання радіоактивності ґрунтів та визначення спектрального складу їх  $\gamma$ -випромінювання. Проби ґрунтів студенти використовують з своїх місцевостей.

Науково-дослідна робота студентів проводиться не з ціллю набуття відповідних навичок, а як складова навчального процесу. Теми дослідження вибираються не тільки за профілем майбутньої спеціальності, а як такі, що розкривають суть фізичного явища в поєднанні з біофізичним змістом. Студентам пропонуються розрахункові, реферативні та експериментальні науково-дослідні роботи. Перевага надається останнім, які найбільше викликають зацікавлення у студентів. За останні два роки студенти вивчали такі питання: порівняння діаметрів судин різних листяних порід деревини з підняттям рідини в капілярах судин, зміна розмірів судин заданої породи деревини в межах річних кілець росту, вплив аеродинамічних характеристик насіння лісоутворюючих порід на площу їх розпилення при падінні, природний магнітний компас нижчих організмів, комах і ссавців та їх орієнтація в навколишньому середовищі, розрахунок віддалі реакції гримучої змії за потоком теплового випромінювання, оцінка густини струму в збудженому нервовому волокні та ін. Нерідко керівництво специфічними науковими роботами здійснюють викладачі кафедри фізики спільно з випусковими кафедрами.

Є спеціальності, для яких потрібно знаходити “зв’язки” між спеціальними дисциплінами і фізикою. З викладеного зрозуміло, що знаходити такі “містки” в нашому випадку не потрібно, адже на курсі фізики ґрунтується виклад біофізики. Тому у студентів не виникає запитань на фізичні викладки: “а для чого нам це потрібно?”. Викладач постійно знаходиться в жорстких часових рамках і змушений обмежуватися мінімальною кількістю стикових проблем. Без узгодження всіх компонентів навчального процесу стислий виклад курсу фізики в поєднанні з спеціальністю був би неможливий, він не досягнув би призначеної мети.

**Нові технології навчання.** Фізика – наука експериментальна. Тому справедливо вимагається супроводження лекцій відповідними демонстраціями, які належно описані в літературі. Окрім лекційних демонстрацій, практикується перегляд кіно- та відеофільмів чи окремих фрагментів деяких процесів та явищ,

лабораторних робіт та навчального устаткування. Чільне місце в сучасній інноваційній технології навчання з фізики посідають інформаційні технології. Використання комп'ютерної техніки дозволило широко використовувати комп'ютерне моделювання, проводити розрахунки фізичних величин у лабораторному практикумі з використанням громіздких формул і залежностей, опрацьовувати результати експериментальних досліджень, будувати графіки, проводити розрахунки електричних кіл, розподілів Максвелла і Больцмана, розподіл радіоактивного забруднення за енергіями в продуктах побічного лісокористування, викликаних Чорнобильською катастрофою з використанням  $\gamma$ -спектрометра, та багато іншого. Вважаємо, що викладання і вивчення фізики без комп'ютера – малопродуктивне.

Загальне захоплення комп'ютерною технікою залишило в тіні чисельні сучасні технології навчання, які з успіхом можуть і повинні використовуватись в процесі викладання фізики. В першу чергу маються на увазі мультимедіатехнології, які суттєво розширюють можливості використання комп'ютера, особливо якщо заняття проводяться у великих аудиторіях. Спряжений з комп'ютером мультимедійний проектор дозволяє проводити виклад теоретичного матеріалу в дії, починаючи з формулювання крайових умов, повторення попереднього матеріалу, поетапного розв'язання задачі або виводу формули, демонстрації графічного матеріалу, об'ємних зображень, управління змінними процесами, здійснювати порційну подачу матеріалу та багато іншого. Використання мультимедійного комплексу винятково цінне для моделювання фізичних процесів, які неможливо відтворити і візуалізувати в звичайних лабораторних умовах чи лекційній аудиторії. Мова йде про рух заряджених частинок в електричних і магнітних полях, зміну розподілу молекул зі зміною зовнішніх чинників та ін. Отримана графічна інформація передається на екран великих розмірів.

Крім згаданих, можливе використання ситуаційних задач (задачі Case), методу “вулика”, мозкового штурму (особливо у випадку викладання феноменологічних теорій), методу анімації (зручний в процесі аналізу пружного і не пружного удару куль та інших задач з відтворенням рухомих об'єктів), які плідно застосовують у навчальному процесі фахівці економічних дисциплін.

Перераховані технічні засоби допомагають студентам разом з лектором бути активними творцями дійства творення лекції, з мінімальними зусиллями оцінити і виконати лабораторну роботу, проаналізувати і віднайти найбільш оригінальний метод розв'язання задачі. Але вони не в стані забезпечити виконання нинішньої програми з фізики в обсягах, які передбачені навчальним планом для технічних і технологічних спеціальностей. Частковий вихід можна знайти в перенесенні частини теоретичного матеріалу на групові семінари, замінивши пасивну лекційну подачу матеріалу більш активною формою, яка знаходить щораз більшу оцінку і підтримку студентства і дозволяє проводити заняття не стандартно, з залученням розмаїття перелічених вище сучасних методів і методик. На семінарські заняття, які із зрозумілих причин проводяться за рахунок і в години практичних занять, може бути переведено вивчення щонайменше п'яти-дев'яти тем. Подібного скорочення аудиторних занять можна очікувати і в майбутньому, адже наші студенти мають (навіть після скорочення до 30 годин на тиждень) значно більше аудиторного навантаження в порівнянні з штатівськими і західноєвропейськими вищими освітніми закладами.

Компенсація вилучених практичних занять здійснюється у вигляді шести індивідуальних контрольних робіт (по три на семестр) для технічних і технологічних спеціальностей, які виконуються самостійно. До виконавців доводяться терміни виконання робіт. Багаторічна практика проведення індивідуальних контрольних робіт довела її виняткову плідність, позитивне сприйняття студентством, сприяє пошквалюванню самостійної роботи студентів, якнайповніше дозволяє врахувати можливості і підготовку кожного студента. Для складання індивідуальних контрольних завдань (по вісім-десять задач на одну контрольну роботу) використовуються збірники задач останніх випусків з щорічним поповненням "свіжими" задачами, які б охоплювали науково-технічні досягнення в конкретній галузі фізики.

Виникає слушне запитання, за рахунок якого часу викладач має виконувати це додаткове навантаження? Звісно, складання завдань повинно проводитись за планом науково-методичної роботи викладача. Контроль, виконання, консультації та перевірка контрольних робіт може проводитися як за рахунок годин, пе-



редбачених на виконання індивідуальної роботи студента під керівництвом викладача, так і годин модульного контролю або, зрештою, спеціально виділених годин для перевірки контрольних робіт, як це здебільшого практикується у ВОЗ. Безумовно, студентам необхідно надавати ґрунтовну методичну допомогу, забезпечити їх належними вказівками до розв'язування задач, що досягається на практичних заняттях, які залишилися, або шляхом видання потрібних посібників. Самостійне розв'язання задачі – це творчість, маленьке відкриття для студента. Чим складніша задача, тим вагоміший здобуток і творче піднесення студента. Тож сприятимемо тому, щоб наші студенти були постійно в пошуку, ставали творцями і відкривачами. З іншого боку, шкідливим для розвитку особистості є підготовка для студентів таких вказівок і рекомендацій з готовими розв'язками задач, які вимагають тільки механічної підстановки числових величин у формули. Переписуючи готові розв'язки задач фахівець, не будучи готовим до самостійної роботи, не зможе вирішувати завдання, які ставить життя, буде шукати готових рецептів, схем, рішень тощо. Насамкінець відзначимо, що індивідуальні контрольні роботи є поширеною формою самостійної роботи студентів у вищих освітніх закладах Західної Європи, США, Канади та ін. У жодному ВОЗ цих країн не передбачено проведення практичних занять у нашому розумінні [2, 3].

Запропоновані методики викладання фізики не претендують на всеосяжність і можливість використання в будь-якому ВОЗ, де вивчається фізика. Основний вислід полягає в тому, що в кожному випадку можна віднайти власні підходи для підсилення фундаментальної підготовки фахівців. Безсумнівно, такими діями і заходами не утвердити пріоритетності фундаментальної підготовки фахівців технічних напрямів і спеціальностей. Великі надії покладалися на створення єдиних тестів дисциплін для спеціальностей однакового рівня в системі Державних стандартів освіти, за допомогою яких передбачалося оцінювати рівень підготовки фахівців. Із-за громіздкості системи, різноманітності спеціальностей і вільним формуванням освітніми закладами навчальних планів марно очікувати на значну ефективність тестової системи. Оцінку рівня фундаментальної підготовки, як і якості підготовки в цілому, дасть конкурентноздатність фахівця на

ринку праці в нових економічних умовах, які складаються. Відбудеться розшарування ВОЗ. Конкурентноздатними, а відтак і престижними, будуть такі ВОЗ, які забезпечать вищу освітню захищеність і можливість працевлаштування своїх фахівців. Представникам фундаментальних дисциплін відводиться не пасивна роль в утвердженні належної фахової підготовки випускників.

#### Література

1. Вайданич В.І. У зб. Актуальні проблеми викладання та навчання фізики у вищих освітніх закладах. – Львів: Ліга-прес, 1999. – С. 32.
2. Appalachian State University. Graduate Bulletin 1992 – 1995 University Publishing, 171 p., USA.
3. Roger Witts. University of Aberdeen. Undergraduate Prospectus, Entered 1994. Aberdeen University Publishing 130 p., England.
4. At the State University of Oregon, Faculty of Forestry. Calendar 1993 – 1994, Oregon University Publishing, 145 p., USA.

## ВЛАСТИВОСТІ НАСИЧЕНОЇ ПАРИ

Б.М. Валійов, В.Д. Єгоренков  
м. Харків, Харківський національний університет  
ім. В.Н. Каразіна

В цій доповіді мова йтиме про демонстраційні досліди, в яких фізичні явища виступають у взаємозв'язку, що утруднює їх правильне тлумачення. Як це часто буває, ми відчули необхідність детальнішого обговорення дослідів, присвячених спостереженню властивостей насиченої пари, підчас лекцій, що читаються на фізичному факультеті ХНУ для студентів та школярів. На них ми неодноразово демонстрували дію так званого “кип’ятильника Франкліна” і переконались, що не тільки студенти та школярі, а і деякі вчителі вважали, що цей прилад призначений показувати кипіння при зниженому тиску. Огляд описів демонстраційних дослідів з цим приладом, вміщених на сайтах декількох американських університетів також засвідчив, що далеко не всі, хто пояснював дію цього приладу, давав адекватне тлумачення спостереженням.

Зазначений вище прилад складається з двох скляних кульок діаметром близько 35 мм, сполучених за допомогою скляної трубки з внутрішнім діаметром близько 1 мм. У запаяному приладі знаходиться деяка кількість сірчаного ефіру, підфарбованого для більшої наочності, при тиску нижче атмосферного. Звичайно рекомендують перелити всю рідину в одну кульку та узяти її в руку кульками вгору (фото 1). Тоді рідина повністю переміститься у другу кульку, а потім в ній будуть спостерігатись бульбашки, складаючи враження кипіння. Насправді спостережуване явище пояснюється властивостями насиченої пари, що займає решту простору всередині приладу. При нагріванні теплом руки частина рідини у кульці, що знаходиться у руці, випаровується (але не кипить!), тиск підвищується і рідина переходить у пусту частину приладу (за межами руки), температура насиченої пари в якій менша, а потім нагріта пара у вигляді бульбашок проходить крізь шар рідини у другій кульці, заповнюючи простір над рідиною.

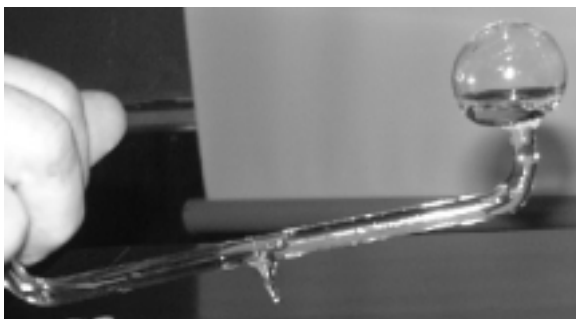


Фото 1. Кип'ятильник Фрэнкліна.

Широко відомий прилад, дія якого також обумовлена різницею температур, що спричиняє рух рідини всередині запаяної посудини. Це – так звана “качка, що п’є” [1] (фото 2). Цей прилад, який складається з двох балончиків, сполучених трубкою, також частково заповнений сірчанним ефіром під зниженим тиском. Вода, яка потрапляє на голівку качки, випаровується, внаслідок чого частина насиченої пари в голівці конденсується, тиск насиченої пари тут зменшується і частина рідини з нижньої кульки під дією більшого тиску в ній переходить у голівку, порушуючи механічну рівновагу качки. Вона нахиляється, внаслідок чого пара з нижньої кульки пухирцем проскакує у верхню кульку і вирівнює тиск в обох балончиках. Одночасно трохи води потрапляє на голівку качки. Рідина всередині приладу знов стікає вниз і качка повертається у вертикальне положення. Далі процес повторюється. Рух качки зупиняється, якщо її накрити щільно припасованим скляним ковпаком. Це відбувається внаслідок припинення випаровування води з голівки качки.

Можна запропонувати ще один прилад, де конденсація насиченої пари спричиняє значне зниження тиску в посудині [2]. Цей прилад складається з скляної колби, яка закривається корком, крізь який проходить скляна трубка, відкрита з обох кінців (фото 3). Декілька крапель води на корку заповнюють колбу при нагріванні до температури, наприклад, 90 градусів, парою. Колба потім закріплюється у штативі трубкою вниз, яка занурюється в підфарбовану воду кімнатної температури у стакані, що знаходиться під колбою. Внаслідок охолодження колби тиск в ній зменшується і під дією різниці тисків вода із стакана надходить

до колби. Як тільки кілька крапель води надійде до колби, пара швидко сконденсується на ній, тиск у колбі різко знизиться і вода з шумом швидко заповнить колбу.

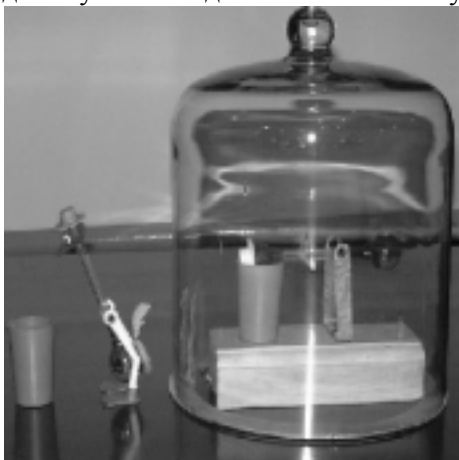


Фото 2. Качка, що п'є.

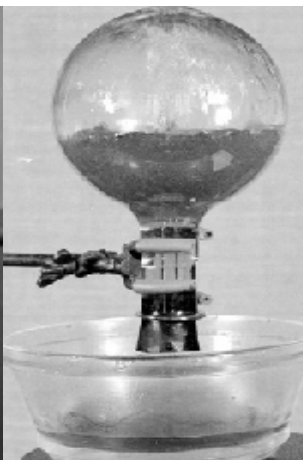


Фото 3. Колба з водою.

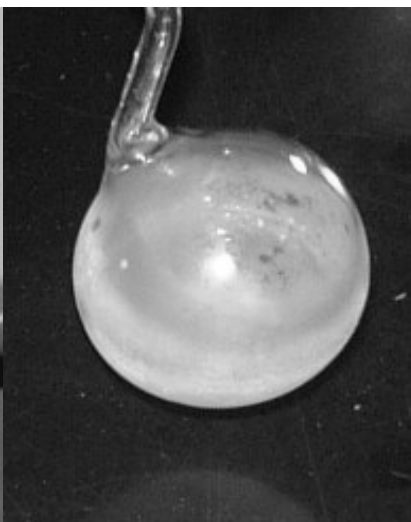
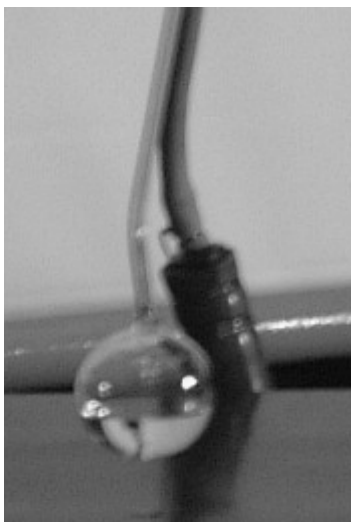


Фото 4. Зліва колба з кількома грамами води та рідким ефіром, що приєднана до вакуумного насосу. Справа – та ж колба після того, як частина ефіру вже відкачана.

Ми пропонуємо тут простий та безпечний дослід, в якому

спостерігається кипіння рідини при зниженому тиску без використання концентрованої сірчаної кислоти, що звичайно застосовується для поглинання водяної пари. Для цього ми візьмемо скляну кульку діаметром близько 50 мм, до якої приєднана скляна трубка з внутрішнім діаметром близько 1 мм та довжиною кілька сантиметрів. Ми введемо всередину кульки кілька грамів води та заповнимо половину кульки сірчаним ефіром (Фото 4). Якщо тепер приєднати трубку з кулькою до вакуумного насоса та почати відкачувати нашу посудину, то ефір почне кипіти, внаслідок чого посудина поступово охолоджується, а на її зовнішній поверхні утвориться паморозь. Всередині ефіру ми спостерігатимемо утворення кристалів льоду, який і залишиться в кульці після того, як увесь ефір буде видалений. Дослід ґрунтується на тому, що вакуумний насос Комовського швидко викачує пару ефіру, а пару води він видаляє дуже повільно. Кипіння ефіру охолоджує воду і спричиняє її замерзання, оскільки температура тверднення ефіру набагато нижча за температуру тверднення води.

Автори висловлюють подяку Т.Д. Жигилій за допомогу при виконанні дослідів.

#### Література

1. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Часть 1. Под ред. А.А. Покровского. Изд. 3-е, переработанное. М.: Просвещение, 1978, с. 140.

2. Валиев Б.М., Егоренков В.Д., Синовозова В.С. Эффектные демонстрации испарения и конденсации. – Учебная физика. – 2001. – №2. – С. 10.

## **ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КАФЕДРЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА» НМЕТАУ**

А.Г. Величко, В.П. Иващенко, А.Г. Ясев, В.Д. Вдовин,  
В.Т. Вышинский  
г. Днепропетровск, Национальная металлургическая академия  
Украины

Среди дисциплин высшей школы теоретическая механика играет особую роль в воспитании модельно-математической культуры специалистов. Следуя непосредственно за общим курсом высшей математики, теоретическая механика является первым «потребителем» её алгоритмов, первой из дисциплин, где студенты встречаются с математическими моделями объектов реального мира.

Необходимость изучения теоретической механики в сжатое время, отводимое учебными планами (особенно для немеханических специальностей), неизбежно приводит к упрощённым постановкам решаемых задач (углы считаются равными  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , ...; силы – постоянными; линейные дифференциальные уравнения динамики – линейными алгебраическими уравнениями). Такие упрощенные постановки, являясь необходимыми на начальных этапах обучения студентов, не оставляют места для развитых аналитических методик решения задач механики, диктуемых практикой, и алгоритмов высшей математики.

Опыт преподавания курса теоретической механики показывает, что здесь есть достаточно широкие возможности для использования персональных компьютеров (ПК), мощность которых позволяет использовать программные продукты, широко применяемые для решения научно-технических, инженерных и учебных задач. Расчёты, выполняемые с помощью ПК, открывают весьма действенные дополнительные возможности обогащения и алгоритмизации курса теоретической механики. В процессе выполнения компьютерных расчетно-графических заданий (КРГЗ) и обработки результатов лабораторных исследований студент основное внимание уделяет овладению навыками постановки задачи, выбору математической модели и алгоритму её

исследования; «головная боль» же, связанная с выполнением рутинной вычислительной работы, представлением промежуточных и конечных результатов в виде графиков, полностью перекладывается на ПК. Выполняя первое КРГЗ, студент, как правило, впервые встречаясь с ПК, получает практические уроки общения с машиной. У него появляется потребность применить основные алгоритмы общего курса высшей математики: векторные и матричные преобразования, дифференцирование и интегрирование, постановку задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, интегрирование этих уравнений; у него появляется необходимость и развиваются навыки применения современных программных продуктов.

Наибольшей привлекательностью обладают программные продукты, содержащие текстовый, математический и графический процессоры, позволяющие студентам, поручив ПК рутинные операции, сосредоточиться на анализе свойств исследуемых моделей. Так, при изучении раздела теоретической механики «Статика» студенты, используя MathCAD-овскую интерпретацию линейной алгебры [1, 2], не только определяют реакции опор конструкции, но и могут выполнить анализ с целью её оптимизации [3].

Широко используются графические возможности программной среды MathCAD, позволяющие осуществить визуализацию процесса кинематического исследования. Это наиболее убедительно показано на примере выполнения лабораторной работы «Исследование кривошипно-ползунного механизма» [4]. Для выполнения исследований в объёме лабораторной работы используется многофункциональная модель кривошипно-ползунного механизма (он один из самых распространённых: двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, насосы, ковочные машины, главные приводы станов холодной прокатки труб и т.д.). Для записи траектории движения точек шатуна модель оснащена экраном, на котором узел с графитовым стержнем, устанавливаемый в любой точке шатуна, рисует траектории этих точек. Построенный с помощью компьютера график сравнивается с картиной, полученной на экране модели. Графический сервис среды MathCAD даёт возможность построить картину изменения траекторий (шатунных кривых) точки шатуна по мере её пере-



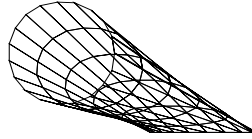
мещения от кривошипа к ползуну (рис. 1).

3.5. Построение траекторий (шатунных кривых) точки шатуна по мере ее перемещения от кривошипного узла к ползуну.

$$m := 0..20 \quad n := 0..5 \quad \phi_m := \frac{2.1 \cdot \pi \cdot m}{20}$$

$$l_n := \frac{L \cdot n}{5} \quad Y_{m,n} := (1)_n \quad Z_{m,n} := r \cdot \sin(\phi_m) \cdot \left(1 - \frac{l_n}{L}\right)$$

$$X_{m,n} := r \cdot \cos(\phi_m) + l_n \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r \cdot \sin(\phi_m)}{L}\right)^2}$$



X, Y, Z

Рис. 1. Фрагмент лабораторной работы «Исследование кривошипно-ползунного механизма».

Для реализации решения этой задачи используется **Surface Plot** меню **Графика**. Сравнивая параметры траектории одной и той же точки шатуна, полученные на экране установки и на экране дисплея ПК, студент имеет возможность проверить созданную им математическую модель. Убедившись в соответствии её физической модели, продолжить дальнейшие исследования. Построение графиков изменения модулей скорости заданной точки и её ускорения, кроме операций формирования дополнительного блока исходных данных, включает нахождение составляющих модулей скорости и ускорения (координатный способ задания движения) и их значений в задаваемом интервале исследований. При определении составляющих модулей скорости и ускорения используется сервисное обеспечение меню **Математика (Calculus Toolbar, Derivative)** для нахождения первой и второй производных соответствующих функций.

При решении задачи динамики точки «Исследование движения материального тела в сопротивляющейся среде» применение традиционных «ручных» методов вынуждает вводить существенные упрощения при формировании математической модели, что существенно снижает ценность исследования; использование

же графических возможностей программного продукта MathCAD и его мощного аналитического аппарата позволяет студенту за время, существенно меньшее отрезка времени, затрачиваемого на получение экспериментальных данных, получить значения параметров, характеризующих исследуемые среды и провести ряд уже машинных экспериментов [5]. На рис. 2 представлен фрагмент решения одного из этапов задачи.

**Коэффициент сопротивления воздуха**

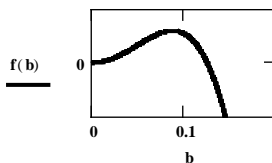
$$f(b) := \ln \left[ \frac{1}{4 \cdot e^{2 \cdot b \cdot g \cdot T_1}} \cdot (e^{2 \cdot b \cdot g \cdot T_1} + 1)^2 \right] - 2 \cdot b^2 \cdot g \cdot H_1$$

$$b := 0.2 \quad b := \text{root}(f(b), b) \quad b = 0.127$$

$$k_1 := b^2 \cdot m \cdot g \quad k_1 = 3.158 \times 10^{-3}$$

$$T_1 := 0.52 \quad g := 9.81 \quad b := 0, 0.0001 \dots 2$$

$$H_1 := 1.245 \quad m := 0.02$$



**Начальная скорость движения в жидкостях**

$$b := 0.127$$

$$t := 0, 0.01 \dots 1 \quad x(t) := (2 \cdot b^2 \cdot g)^{-1} \cdot \ln \left[ \frac{(e^{2 \cdot b \cdot g \cdot t} + 1)^2}{4 \cdot e^{2 \cdot b \cdot g \cdot t}} \right]$$

$$v(t) := b^{-1} \cdot \frac{(e^{2 \cdot b \cdot g \cdot t} - 1)}{(e^{2 \cdot b \cdot g \cdot t} + 1)}$$

$$f(t) := (2 \cdot b^2 \cdot g)^{-1} \cdot \ln \left[ \frac{(e^{2 \cdot b \cdot g \cdot t} + 1)^2}{4 \cdot e^{2 \cdot b \cdot g \cdot t}} \right] - 0.2$$

$$t := 0.22 \quad t := \text{root}(f(t), t) \quad t = \blacksquare$$

$$t = 0.203 \quad x(t) = \blacksquare \quad v(t) = \blacksquare$$

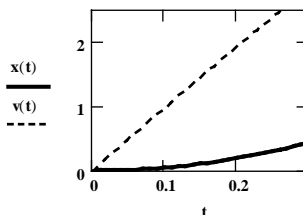


Рис. 2. Фрагмент решения задачи «Исследование движения материального тела в сопротивляющихся средах» в программной среде MathCAD.

На сайте Н Т У «Харьковский Политехнический Институт» ([www.kpi.kharkov.ua](http://www.kpi.kharkov.ua)) представлен курс дистанционного обучения (курс ДО) «Теоретическая механика. Практикум с применением компьютерной алгебры», разработанный в 2001-2002 уч. г. на основе применения системы компьютерной алгебры КИДИМ. В состав материалов курса включены необходимые теоретические сведения по основным разделам – кинематики точки, плос-

копараллельного движения, плоской статике, уравнениям Лагранжа II рода и общему уравнению механики; примеры выполнения и варианты заданий; инсталлятор КИДИМ. Обучение позволяет слушателям освоить курс механики на современном уровне, ознакомиться с информационно-компьютерными технологиями (ИК-технологиями) и программными средствами, пригодными для решения инженерных задач. Курс ДО разработан на основе Практикума [6], который прошёл апробацию в качестве методического указания к выполнению лабораторных работ на ПК, предусмотренных учебным планом, и самостоятельной вне-аудиторной работы.

Академическая группа для проведения лабораторной работы разбивается на подгруппы из 3-4 человек, каждая из которых работает за одним ПК. Задания включают задачи для каждого студента. Возможен вариант составления одного файла исходных данных задач для студентов подгруппы. Однако при выполнении заданий по статике и динамике более предпочтительна индивидуальная работа каждого студента. Такая организация лабораторных работ позволяет студентам двигаться «от простого к сложному» и выполнять большой объём исследований по компьютерному моделированию задач теоретической и аналитической механики, объединяя творческие способности всех студентов подгруппы. При правильно выполненных студентами к началу лабораторных работ индивидуальных заданиях подгруппа может сосредоточиться на творческом решении задач по исследованию поведения заданной механической системы.

Для компьютерного моделирования используется программный комплекс КИДИМ, который размещается на жестких дисках ПК. Средства и язык программирования используют специально разработанную систему символьных преобразований с аналитическими выражениями. Последние отражают основные понятия аналитической и теоретической механики и представлены в файлах исходных данных в форме синтаксических конструкций – элементов языка программного комплекса.

Практика создания курсов ДО на кафедре теоретической механики НТУ «ХПИ» и их освоения как в пределах локальной корпоративной сети, так и с использованием Интернет говорит о том, что простого решения, как превратить имеющиеся и разра-

батываемые в текстовом редакторе **MS WORD** методические материалы в **HTML**–документы, которые легко включаются в состав дистанционных курсов, по-видимому, на сегодня не существует [7]. Процесс этот является многоэтапным и требует достаточно много рутинной работы в различных средах и редакторах. Очевидно, что предпочтение надо отдавать широко используемым программным средам типа MathCAD (большинство из которых предоставляются разработчиками либо бесплатно, либо за чисто символическую плату). Это существенно повысит уровень привлекательности курса, избавит потребителя от лишних трудностей, обусловленных техническими особенностями линий передачи информации в системе «Тьютор – объект обучения».

При организации научно-исследовательских работ студентов (НИРС) решаются более сложные задачи, постановка которых даёт возможность учащимся ознакомиться с проблемами современного металлургического производства [8, 9]. Исследования особенностей работы главного привода прошивного стана трубопрокатного агрегата, привода стана холодной прокатки труб, агрегата для подачи шихты, ленточной заправочной машины, движения экипажа платформы шлаковоза, труборазрывной машины и т.д. в рамках принятых математических моделей сводятся к решению систем нелинейных дифференциальных уравнений. Приёмы, освоенные при решении стандартных задач, использование таких программных продуктов как MathCAD, позволяют студентам делать первые шаги в научных исследованиях. На примерах решения задач, как в режиме выполнения обязательной программы обучения, так и при проведении научно-исследовательских работ студентов, показано, что применение ИК–технологий не только активизирует учебный процесс, но и открывает весьма действенные дополнительные возможности обогащения и углубления знаний и навыков, приобретаемых студентами.

Сегодня уже всем ясно, что современное инженерное образование должно быть ориентировано на подготовку специалистов, владеющих как профессиональными знаниями, так и ИК – технологиями, обеспечивающими возможность непрерывного повышения уровня знаний, постоянного пополнения баз данных

электронных справочных систем как по специальности, так и для обеспечения поддержания своего общеобразовательного статуса на надлежащем уровне.

По оценкам исследовательской фирмы Daratech, нынче мировые затраты на закупки программного обеспечения только машиностроительными предприятиями составляют 5-6 миллиардов долларов в год и имеют тенденцию к их повышению.

#### Литература

1. Швачич Г. Г. Лінійна алгебра в розрахунках середовища MathCAD: Підручник. – Дніпропетровськ: ДАУБП, 2000. – 236 с.
2. Методические указания по применению пакета MathCAD при проведении практических занятий по дисциплине «Высшая математика» для студентов всех специальностей (ч.1) / Сост. К.У. Чуднов. – Днепропетровск: НМетАУ, 2001. – 43 с.
3. Величко А.Г., Вдовин В.Д., Вышинский В.Т., Ермократьев В.А., Цапко В.К., Ясев А.Г. Компьютерные технологии при подготовке выпускников механического профиля в Национальной металлургической академии Украины. // Актуальні проблеми підготовки фахівців в умовах реструктуризації органів регіонального управління. – Рівне: Рівненський державний технічний університет. – 2001. – Вип. 2(9). – С. 338-344.
4. Вышинский В.Т., Мушенков Ю.А. Использование компьютерных технологий при изучении теоретической механики. Механіка та машинобудування. – 1998. – № 2. – С. 7-15.
5. Мушенков Ю.А., Вышинский В.Т. Использование компьютерных технологий при изучении раздела «Динамика точки» в курсе «Теоретическая механика». // Теория и практика металлургии. – 2000. – №2. – С. 35-37.
6. 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)
7. Використання програмних засобів до створення дистанційних курсів по технічним дисциплінам. / Андреев Ю.М. –

- Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 7 с. (рос. мовою)
8. Вышинский В.Т., Селегей А.Н. Программный продукт MathCAD – как средство активизации учебного процесса на начальном этапе подготовки инженера-металлурга. / Міжнародна наукова конференція «Наука і молодь». – К.: НАУ, 2001. – 304 с. – С. 17.
  9. Иващенко В.П., Ясев А.Г., Мушенков Ю.А., Рахманов С.Р., Вышинский В.Т. Роль и место информационных технологий в НИРС на кафедре теоретической механики НМЕТАУ. / IV Міжнародна науково-методична конференція «Проблеми та шляхи розвитку вищої технічної освіти». – К.: НТУ «КПІ» 2002. – С. 81-83.

## МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПИСЬМЕННОГО ЭКЗАМЕНА

С.И. Веселова<sup>1</sup>, И.М. Галушко<sup>2</sup>, Е.И. Галушко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> г. Днепропетровск, Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры

<sup>2</sup> г. Днепропетровск, Национальная металлургическая академия  
Украины

В настоящее время письменная форма проведения экзамена является наиболее распространенной. Это связано с тем, что письменное решение студентами контрольных заданий со всеми пояснениями и обоснованиями существа и последовательности этапов решений как нельзя лучше показывают действительное качество знаний и умений студентов. Устраняется извечное недоразумение, когда студент, отвечая неправильно, заявляет потом, что преподаватель относится к нему предвзято. Письменный ответ показывает однозначно, что знает и умеет студент.

Имея в виду, что процесс познания студентами данного учебного материала обязательно включает в себя восприятие, осознание, переработку, запоминание информации о явлениях, законах и теориях, представляется методически целесообразной каскадная структура заданий для письменных экзаменов.

Задание для письменного экзамена состоит из 10-20 вопросов, разбитых на три каскада [1].

**Первый каскад** включает тесты либо задачи первого уровня сложности, отражающие первый уровень овладения знаниями, под которыми подразумеваются способность распознавать символику, запоминать и воспроизводить информацию, необходимую для решения задач или для ответа на вопросы. Задания первого каскада составляются таким образом, чтобы с ними смогли справиться и слабоуспевающие студенты.

**Второй каскад** включает задачи и тесты второго уровня сложности, отражающие второй уровень овладения знаниями, под которым подразумевается способность самостоятельно выполнять действия, направленные на решение таких задач. Задания второго каскада рассчитаны на основную массу студентов.

**Третий каскад** включает задачи третьего и выше уровней

сложности, отражающие третий уровень овладения знаниями, под которым подразумевается способность сознательно использовать информацию об объектах и способах деятельности в ситуациях, сходных с учебными, т.е. действовать творчески. Задания третьего каскада рассчитаны на хорошо успевающих студентов.

Результаты экзамена оцениваются по сто бальной шкале: первый каскад – 30 баллов, второй каскад – 40 баллов, третий каскад – 30 баллов. Оценка «удовлетворительно» соответствует 55 баллам и выше; оценка «хорошо» – 75 баллам и выше; оценка «отлично» ставится при 90 и выше баллах.

Таким образом, чтобы получить оценку «удовлетворительно», студент должен полностью справиться с заданиями первого каскада и частично выполнить задания второго каскада. Для того, чтобы получить оценку «хорошо», необходимо не только полностью выполнить задания первого и второго каскадов, но и частично выполнить задания третьего каскада. Для получения оценки «отлично» необходимо полностью выполнить задания всех трех каскадов.

Опыт показал, что каскадные задания стимулируют деятельность слабоуспевающих студентов, которые не справились бы с общими для всей группы заданиями средней сложности. Реальная возможность справиться с заданиями первого каскада придает им уверенность в своих силах. Вместе с тем хорошо успевающие студенты справляются с заданиями первого и частично второго каскадов достаточно быстро, что позволяет им сосредоточиться на выполнении заданий третьего каскада.

Указанный метод составления заданий был нами опробован при проведении письменных экзаменов по физике на кафедрах физики ПГАСиА и НМетАУ, и дал положительные результаты.

#### Литература.

1. Веселова С.І., Галушко І.М. Проведення письмового іспиту з фізики за допомогою каскадних завдань. / В зб. матеріалів міжнародної науково-методичної конференції “Актуальні проблеми викладання та навчання фізики у вищих навчальних закладах”. – Львів: Ліга-Прес, 2002. – С. 148-149.



## **ОСОБЕННОСТИ ПОДАЧИ МАТЕРИАЛА И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

Т.В. Гаврилова, Е.Ф. Еремина, С.П. Мовчан  
г. Харьков, Харьковский национальный автомобильно-дорожный  
университет  
aip@khadi.kharkov.ua

Большое внимание в Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете (ХНАДУ) уделяется воспитанию будущих специалистов, ориентированных на современные рыночные отношения, а также высококвалифицированных научно-педагогических кадров. Развитию творческого типа мышления будущих специалистов и созданию фундамента для их постоянного самообразования способствует разработанная система модульной подачи изучаемого материала [1]. Так, например, в соответствии с рабочей программой курс физики разбивается на отдельные части (3-4 части в семестре) по законченным темам, каждую из которых студент должен усвоить к определенному сроку. Если студент сдает в срок данную тему на соответствующую оценку (по 100 бальной системе), он освобождается от сдачи ее на экзамене. Таким образом, уже до начала сессии студент может получить оценку по предмету или сдать зачет.

С учетом модульной системы обучения и соответствующим построением курса физики предлагается проводить в каждом семестре не менее трех рубежных проверок знаний студентов. Так как упор в преподавании курса физики делается на изучение ее фундаментальных основ, что подразумевает увеличение объема практических работ (решение задач, проведение семинаров, коллоквиумов), то возникает необходимость дополнительной работы по методическому обеспечению контроля полученных знаний.

Теоретическое изучение материала студентами сопровождается выполнением творческих заданий по соответствующей теме. Такие задания включают в себя набор задач, подобранных индивидуально каждому студенту, и дополнительное творческое исследование по определенным вопросам курса физики.

Очевидно, что модульная система требует новых форм эф-

фективной проверки степени усвоения изучаемого материала студентом. Это стало возможным с введением программированного контроля с использованием компьютерной техники. Преподавателями кафедры физики ХНАДУ были разработаны контрольные и проверочные тесты по отдельным разделам курса физики. Особое внимание при этом уделялось вопросам и задачам с тематикой, учитывающей специфику специальностей вуза. Такие задачи поддерживают интерес студентов к выбранной специальности, а также способствуют более плавному переходу от фундаментальных курсов к специальным дисциплинам.

Выполнение семестрового задания и его защита является обязательным условием получения студентом допуска к экзамену. Задачи, входящие в задание, имеют частично исследовательский характер. Их решение и квалифицированная защита должны быть результатом успешного овладения материалом данного раздела физики и методами решения задач. Решение большинства задач требует от студента навыка работы на персональном компьютере.

Применение компьютерных технологий позволяет помимо традиционных билетов с вариантами ответов, среди которых не все правильные, вводить творческие задания в виде модельных ситуаций, в рамках которых можно ставить большее количество задач за счет входных параметров модели.

Следует также отметить, что каждый студент может воспользоваться вариантами контрольных заданий для самопроверки при подготовке к экзамену или зачету.

Тематические проверочные тесты содержат как вопросы по теоретическому курсу, снабженные богатым иллюстративным графическим материалом, так и достаточно простые задачи на основные законы данной темы.

С целью формирования научного мировоззрения студентов в рамках курса общей физики на основе физической картины мира, непосредственной взаимосвязи постулатов и законов физики с основными категориями и законами философии, часть учебных занятий проводится в форме семинаров по отдельным темам курса [2].

Тематика и количество семинаров определяется необходимостью более глубокого изучения основных физических явле-

ний, понятий и теорий современной физики. Разработаны планы семинарских занятий по следующей тематике:

1. Основы специальной теории относительности.
2. Силы тяготения и силы инерции. Элементы общей теории относительности.
3. Статистическая термодинамика. Энергия и энтропия.
4. Фундаментальные законы классической электродинамики.
5. Генерирование и распространение электромагнитных волн.
6. Вероятностный микромир (элементы квантовой механики.)
7. Возникновение и эволюция Вселенной.

Разработанные темы семинарских занятий включают перечень основных и дополнительных вопросов, примерную тематику соответствующих рефератов, а также список рекомендованной литературы.

Следует отметить повышенный интерес студентов к указанным темам курса, а также усиление их познавательной активности. Подготовленные материалы студенты оформляют в виде рефератов и выступают с краткими докладами или сообщениями в своей группе.

Для усиления творческой стороны обучения и большей индивидуализации заданий на семинарских занятиях предлагается рассмотреть несколько модельных ситуаций. В рамках каждой из них можно ставить большое количество задач за счет вариации входных параметров модели. Очевидно, что такая форма работы является первым шагом к началу творческой научной работы, к формированию лекторского мастерства студентов.

Таким образом, обучение студентов в ХНАДУ соответствует современной концепции личностно-ориентированного обучения, которое имеет двоякую цель: формирование профессиональных знаний, умений и навыков с учетом индивидуальных личностных качеств учащихся, а также развитие и становление личности путем образования.

### Литература

1. Гаврилова Т.В., Климова И.М. Організація самостійної роботи студентів у Центрі поглибленої підготовки молоді на базі ХДАДТУ. – Педагогіка та психологія: Збірник наукових праць. – Вип. 19, Ч. 2. – Харків: ХДПУ, 2001.

2. Гаврилова Т.В., Мовчан С.П. Активизация познавательной способности студентов колледжа на семинарских занятиях. // Труды Межвузовской научно-методической конференции, Харьков, 1995.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

О.А. Годлевская<sup>1</sup>, К.П. Годлевский<sup>2</sup>, Ю.И. Посудин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> г. Киев, Национальный аграрный университет

<sup>2</sup> г. Киев, АОЗТ ИА «Экспрессинформ»

Элементы обучения с использованием информационных технологий появились достаточно давно. Различные обучающие и тестирующие программы, IP-консультации, дистанционное обучение с использованием сети Internet – все это уже широко распространено и внедрено в учебный процесс [1].

В последнее время, благодаря развитию телекоммуникационной техники, росту скорости передачи информации в компьютерных сетях, виртуальное обучение начало бурно развиваться. Необходимо заметить, что при этом должна реализовываться современная концепция виртуального обучения: оно должно рассматриваться не просто как удаленный инструктаж, а как способ, равный по возможностям традиционному, дать человеку глубокие знания [2].

Использование новых информационных технологий обучения с использованием компьютерных средств на кафедре биофизики Национального аграрного университета является одним из направлений повышения эффективности изучения материала. В данном случае современные технологии (применительно к лабораторным работам по курсу общей физики) позволяют значительно увеличить объем усваиваемой информации благодаря тому, что она может быть подана в более обобщенном, систематизированном виде, причем не в статике, а в динамике. Приоритет развивающей функции обучения предусматривает перенос акцентов с увеличения объема информации, предназначенной для усвоения студентами, на формирование умений использовать информацию [3]. Экономия времени за счет сокращения вычислительных операций также позволяет изучать больший объем информации и расширять круг задач.

Целью лабораторных работ любого курса является практическое усвоение материала. Благодаря компьютеризированным

лабораторным работам студенты имеют возможность лучше усваивать программный материал, происходит детальное и прочное усвоение учебной информации.

Параллельное использование компьютеризированных и «обычных» лабораторных занятий по курсу общей физики позволяет провести более тесную параллель с лекциями, служит их активной, творческой иллюстрацией, а, кроме того, приобретает характер учебно-исследовательской деятельности. Это означает, что помимо практической отработки изучаемого материала, занятия имеют возможность развивать творческую инициативу студентов, активизируют их познавательную деятельность, формируют устойчивые профессиональные интересы.

Целями предлагаемого перевода лабораторного практикума на компьютерную основу является закрепление и изучение нового или дополнительного материала, рассмотрение методов проведения работы, выполнение самой работы, проверка вычислений, анализ полученных результатов. Кроме этого, используя «обычные» и компьютерные лабораторные работы, можно организовать так называемый «фронтальный» метод работы студентов в физическом практикуме, поскольку компьютер может заменить сразу несколько экспериментальных установок. Этот факт дает большие преимущества при планировании проведения лабораторных работ, так как нередко преподаватель поставлен в жесткие временные рамки.

Как известно, контроль является одним из структурных компонентов любой системы обучения. В данном случае одним из достоинств используемой системы для контроля уровня знаний является возможность применять компьютер, так как в этом случае обучающимся сразу же выдается результат. Помимо этого существуют возможности ограничения времени на обдумывание ответов, а кроме словесных и цифровых данных можно использовать графику и т.д. Такая форма контроля знаний позволяет свести к минимуму наиболее типичные недостатки традиционных форм, использовать широкий спектр технических средств, дополнить учебный процесс интересной и динамичной системой проверки.

Для примера, рассмотрим реализацию одной из работ лабораторного практикума по курсу общей физики – «определение

ускорения свободного падения с помощью математического маятника». Программно моделируются свободные колебания на модели математического маятника. Модель позволяет изменять длину маятника и угол его отклонения. Создаются графики угла отклонения маятника и скорости колеблющегося тела. На экране отображается и сам процесс с помощью программных средств анимации в соответствии с заданными параметрами. Каждому отдельному студенту случайным образом, в определенных разумных пределах, выбирается значение искомой величины на основе которого, а также заданных студентом входных параметров (длины нити и угла отклонения), и происходит моделирование изучаемого процесса. Кроме того, указывается точность приборов, с помощью которых якобы производились «измерения» (в данном случае это цена деления виртуальной линейки и виртуального секундомера). На основе этих данных студенту предлагается определить погрешности прямых измерений. Далее, результатом таких «измерений» служат выходные данные в виде трех значений времени, за которое может произойти  $N$  полных колебаний. Каждое из полученных результатов есть функцией от заданных параметров: программно выбранного искомого результата и погрешностей прямых «измерений» полученных результатов. На основе этих результатов и теоретического описания самого процесса (указанный материал также является частью комплекса компьютерных лабораторных работ), студенту предлагается рассчитать ускорение свободного падения, погрешности не прямых измерений, доверительную границу суммарных погрешностей и относительную погрешность. Полученные данные вводятся в систему и сравниваются с заведомо выбранным и рассчитанным программным комплексом. Помимо этого, студенту предлагается ряд вопросов по теоретическому курсу дисциплины, построенных на основе различного вида тестовых методик.

В заключение, хотелось бы отметить несколько положительных моментов, которые появляются при использовании компьютеризированных занятий при проведении лабораторного практикума по общей физике:

- компьютер позволяет не только предъявлять новые сведения, контролировать их усвоение, но и освобождает обучае-

мых от рутинных вычислений, позволяя тем самым оставить время на изучение нового материала или закрепления старого;

- обучающая программа позволяет в пошаговом режиме проиллюстрировать свойства и особенности изучаемого метода и сравнить его с другими, оставляя за студентами знание алгоритмов и умение применять их в конкретных задачах, передав при этом все вычисления компьютеру;
- появляется возможность моделировать изучаемые процессы, т.е. показывать их в динамике, что особенно полезно для успешного запоминания, многократно повторять эксперимент, меняя лишь определенные данные;
- увеличивается наглядность, что облегчает понимание и запоминание изучаемого материала;
- появляется возможность решать задачи исследовательского характера, а также индивидуализировать процесс обучения.

#### Литература

1. Стив Мак-Квери, Келли Мак-Грю, Стивен Фой. Передача голосовых данных по сетям Cisco Frame Relay, ATM и IP. – Санкт-Петербург: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 512 с.
2. Компьютерные технологии в высшем образовании. / Ред. кол.: А.Н. Тихонов, В.А. Садовничий и др. – Москва: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.
3. Чирцов А.С. Информационные технологии в обучении физике. Журнал «Компьютерные инструменты в образовании» // Санкт-Петербург: Информатизация образования. – 1999. – №2. – С. 3.



## ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ЛУЧЕЙ

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

Большинство кристаллов оптически анизотропные, т.е. их оптические свойства в разных направлениях не одинаковы. Наиболее важным проявлением этой анизотропии является двойное лучепреломление, которое заключается в том, что световая волна, проходя через кристалл, раздваивается и поляризуется. В каждом направлении распространяются две волны с разными показателями преломления  $n'$  и  $n''$ . Плоскости поляризации обеих волн взаимно перпендикулярны. Величины  $n'$  и  $n''$  определяются при помощи оптической индикатрисы. Если  $x_1, x_2, x_3$  – главные оси тензора диэлектрической проницаемости, то индикатриса определяется уравнением:

$$\frac{x_1^2}{n_1^2} + \frac{x_2^2}{n_2^2} + \frac{x_3^2}{n_3^2} = 1,$$

где  $n_1, n_2, n_3$  – значения показателей преломления вдоль главных осей. В общем случае оптическая индикатриса – трехосный эллипсоид, имеющий два круговых сечения и две оптические оси. Оптической осью кристалла называется нормаль к плоскости кругового сечения оптической индикатрисы. Оси же симметрии эллипсоида определяют три взаимно перпендикулярных главных направления в кристалле, по которым направления векторов электрической индукции  $\vec{D}$  и напряженности электрического поля  $\vec{E}$  совпадают.

В кристаллах средней сингонии (тригональной, тетрагональной, гексагональной) одно из главных направлений совпадает с главной осью симметрии кристалла. В этом случае индикатриса имеет более простой вид – эллипсоид вращения, ось которого совпадает с оптической осью. Оптическая индикатриса одноосного кристалла показана на рисунке.  $ON$  – произвольное направление распространения световой волны (нормаль к фронту волны). Центральное сечение, нормальное к  $ON$ , имеет форму эллипса. Полуоси эллипса  $OA$  и  $OB$  по величине равны показате-

лям преломления  $n'$  и  $n''$  двух волн, распространяющихся по направлению  $ON$ . Соответственно, скорости

этих волн равны:  $v' = \frac{c}{n'}$  и  $v'' = \frac{c}{n''}$

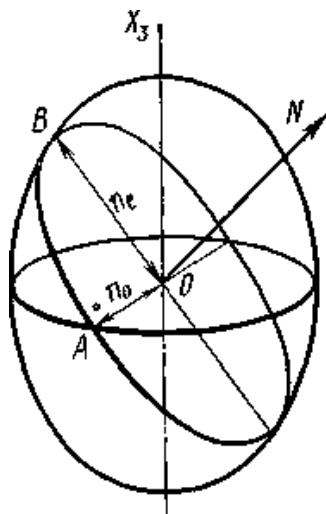
( $c$  – скорость света в вакууме). Для волны с показателем преломления  $n'$  плоскость колебаний вектора  $\vec{D}$  проходит через  $OA$  и  $ON$ , для волны с показателем преломления  $n''$  – через  $OB$  и  $ON$ .

В одноосных кристаллах показатель преломления  $n' = n_o$  не зависит от направления (обыкновенный луч), а  $n'' = n_e$  для разных направлений различен (необыкновенный луч).

Т.о., зная величины полуосей оптической индикатрисы, ее форму и ориентацию в кристалле, можно определить скорости, показатели преломления и плоскости колебаний для волн, распространяющихся в кристалле в любом направлении. Абсолютные значения полуосей оптической индикатрисы – характерные параметры вещества. Они зависят от частоты колебаний электромагнитного поля.

Интерференция поляризованных лучей, явление, возникающее при сложении когерентных поляризованных световых колебаний. Ортогональные колебания не интерферируют. В общем случае при сложении двух линейно поляризованных взаимно перпендикулярных колебаний возникает эллиптически поляризованное колебание. Поэтому для наблюдения интерференции поляризованного света в кристаллах используется поляризационный микроскоп или поляризационная установка, в которую входит поляризатор и анализатор.

Схема для наблюдения интерференции в параллельных лучах приведена на рисунке. Кристаллическая пластинка  $Kp$  вводится между поляризатором  $\Pi$  и анализатором  $A$ , перпендикулярно падающим лучам. Линейно поляризованный свет, выйдя из поляризатора  $\Pi$ , после прохождения через кристаллическую



пластинку превращается в эллиптически поляризованный свет. Затем, проходя через анализатор А, снова превращается в линейно поляризованный.

Интенсивность проходящего света зависит от ориентации анализатора.

Пластинка Кр, как правило, вырезается из двояко преломляющего одноосного кристалла параллельно его оптической оси. Для повышения контраста интерференционной картины угол между оптической осью кристалла и главным сечением поляризатора устанавливается равным  $45^\circ$ . Благодаря этому, амплитуды колебаний обыкновенного и необыкновенного лучей равны. Обычно, при наблюдении интерференционной картины, главные сечения поляризатора и анализатора устанавливаются параллельно (никколи параллельны) или перпендикулярно (никколи скрещены) друг к другу.

Показатели преломления кристаллической пластинки для двух лучей различны и, следовательно, на выходе лучи, распространяясь по одному направлению, приобретают разность фаз:

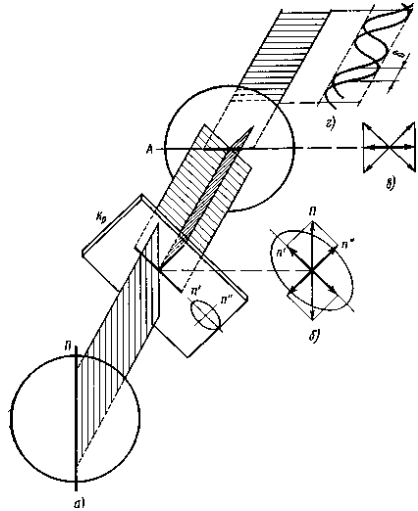
$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d(n_o - n_e),$$

где  $d$  – толщина кристаллической пластинки.

Интенсивность света, прошедшего через анализатор, в общем случае определяется формулой:

$$I = E^2 \cos^2(\beta - \alpha) - \sin 2\alpha \sin 2\beta \sin^2 \frac{\delta}{2},$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – углы между главными сечениями поляризатора и анализатора и одним из главных направлений кристаллической пластинки. Для случая николей, скрещенных под углом  $90^\circ$ , и  $\alpha = 45^\circ$  для интенсивности, прошедших через установку лучей,

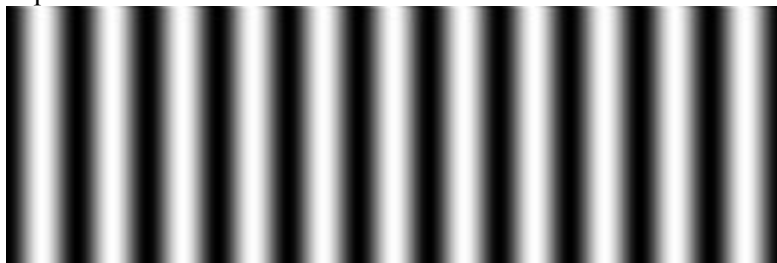


получается более простая формула:

$$I = E^2 \sin^2 \frac{\delta}{2}.$$

Следовательно, интерференционная окраска зависит от толщины пластинки  $d$ . Эта зависимость лучше всего видна на кварцевом клине. Кварц – кристалл тригональный, оптически одноосный, положительный. Клин вырезается параллельно его оптической оси. Угол клина составляет около  $0,5^\circ$ , длина его 4–5 см, толщина на толстом конце не превышает 0,2–0,3 мм и плавно уменьшается к тонкому концу. В естественном свете клин выглядит как прозрачная бесцветная пластинка. В монохроматическом поляризованном свете при скрещенных николях на клине вследствие интерференции виден ряд параллельных темных и светлых полос. Темные полосы соответствуют разности хода, равной целому числу длин волн. В белом свете на клине видно чередование различно окрашенных ярких интерференционных полос.

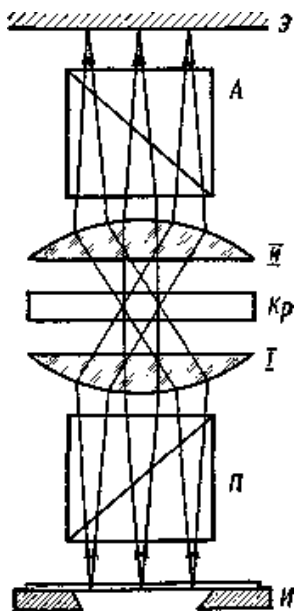
Представляемая программа позволяет моделировать это явление для света произвольной длины волны (см. рисунок), а также для белого света. Кроме того, программа позволяет произвольно варьировать  $n_o$  и максимальный  $n_e$  и угол клина, и может быть успешно использована в методических целях на занятиях по кристаллооптике.



Более сложные явления наблюдаются при интерференции сходящихся поляризованных лучей. Но исследования в этом случае позволяют определить ориентировку кристалла, его оптическую индикатрису, измерить угол оптических осей, оптический знак, дисперсию оптических осей, и вращение плоскости поляризации.

Оптическая система для метода наблюдений в сходящемся

поляризованном свете, или так называемого коноскопического метода, дана на рисунке. Лучи света от протяженного источника И проходят поляризатор П и затем через конденсор Г, после чего попадают на кристалл Кр, а затем фокусируются в фокальной плоскости объектива, т. е. на экране Э, проходя через анализатор А. При этом внутри кристалла по любому направлению в пределах определенного угла сходимости лучей пойдет достаточно широкий пучок параллельных лучей, а не один луч, как было бы, если бы источник света был точечным. Вдоль главной оси оптической системы идет центральный пучок света, а остальные наклонены к этой оси под углами, тем большими, чем дальше от центра поля зрения выходит этот пучок.



Каждый луч такого пучка разделяется в кристалле на два луча, поляризованных во взаимно перпендикулярных направлениях и имеющих разные скорости. Разность фаз между этими лучами на выходе из кристалла равна

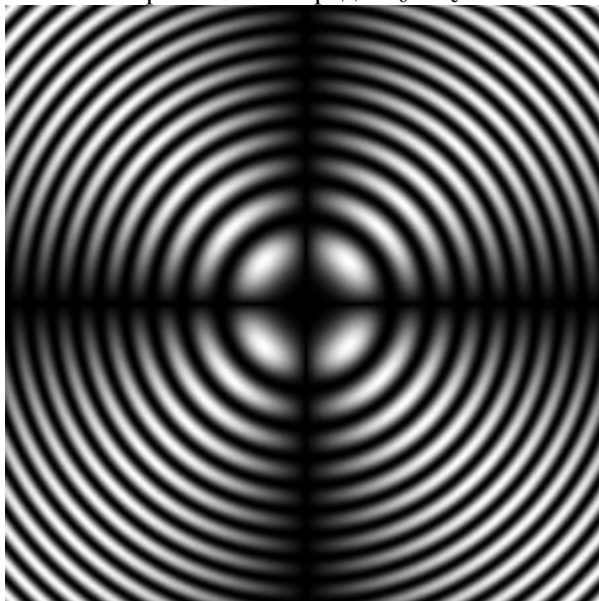
$$\delta = \frac{2\pi d}{\lambda \cos \beta} (n' - n'')$$

где  $d$  — толщина пластинки,  $n'$ ,  $n''$  показатели преломления каждого из лучей (в случае одноосного кристалла это  $n_o$  и  $n_e$ ),  $\beta$  — угол наклона данного пучка света к оси оптической системы.

Каждый параллельный пучок, пройдя через кристалл и объектив (конденсор Г), сходится в некоторой точке фокальной плоскости объектива и создает в этой точке интерференционную окраску, соответствующую разности хода лучей в направлении данного пучка. Совокупность таких точек дает в фокальной плоскости объектива интерференционную картину, вид которой определяется разностями хода и направлениями колебаний в световых пучках, прошедших через исследуемую пластинку.

Предлагаемая в работе программа позволяет проводить ком-

пьютерное моделирование коноскопических фигур одноосных кристаллов, как для света произвольной длины волны, так и для белого света. В программе предусмотрена возможность варьирования показателей преломления среды  $n_o$  и  $n_e$ .



В качестве примера компьютерного моделирования на рисунке приведена интерференционная картина интерференции поляризованных лучей в сходящихся лучах для одноосного двулучепреломляющего кристалла при скрещенных николях. Срез кристалла перпендикулярен оптической оси. Программа может быть использована на занятиях по кристаллооптике в учебных заведениях.

## **ПРОГРАММНО-ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС КАК ИННОВАЦИОННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Т.П. Гордиенко<sup>1</sup>, И.М. Лагунов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> г. Киев, Национальный педагогический университет  
имени М.П. Драгоманова

<sup>2</sup> г. Симферополь, Таврический национальный университет  
имени В.И. Вернадского

Gordienko@mail.strace.net, Lagunov@mail.strace.net

Современный период развития образования отличается большим числом инноваций, что связано с применением в обучении научно-технических разработок. Не каждая педагогическая инновация может далее выделиться в педагогическую технологию, поэтому при ее разработке необходимо:

- проанализировать инновацию с точки зрения педагогической технологии (с доказательством);
- определить место данной технологии в различных классификациях.

Проанализируем, является ли программно-лабораторный комплекс (ПЛК) по курсу общей физики [1, 2] инновационной педагогической технологией и определим его место среди других педагогических технологий по современным классификациям.

Согласно [3], педагогическая технология – это последовательное и непрерывное движение взаимосвязанных между собой компонентов, этапов, состояний педагогического процесса и действий его участников.

Требование последовательного и непрерывного движения взаимосвязанных между собой компонентов, этапов, состояний педагогического процесса для ПЛК выполняется. В качестве доказательств приведем следующие утверждения:

- на макроуровне осуществляется последовательное выполнение частей ПЛК – компьютерного и лабораторного практикумов;
- выполняется последовательное выполнение работ ПЛК во времени обучения;
- на микроуровне осуществляется выполнение этапов работ

компьютерного практикума и заданий лабораторного практикума, а также промежуточных тестовых заданий по теории изучаемой темы, методики проведения работ и знанию экспериментальной установки;

- работы ПЛК можно рассматривать как программированное обучение, более подробно см. [4].

Требование наличия участников педагогического процесса для ПЛК выполняется. При проведении работ ПЛК в высших учебных заведениях непосредственными участниками педагогического процесса являются преподаватель и студенты учебной группы. Дополнительно следует отметить, что на этапе разработки работ ПЛК участниками процесса являются преподаватели, студенты, методические работники и технический персонал кафедры. При утверждении учебных и рабочих планов проведения ПЛК, а также при их внедрении в учебный процесс участие принимают: преподавательский коллектив кафедры, ведущей данные занятия; ученый совет факультета.

Также, согласно [3], технологию обучения необходимо рассматривать с двух сторон:

- с одной стороны – как совокупность методов и средств обработки, представления, изменения и предъявления учебной информации;
- с другой стороны – как науку о способах воздействия преподавателя на студентов в процессе обучения с использованием необходимых технических или информационных средств.

Методы и средства по работе с учебной информацией включены в программно-лабораторный комплекс. Например, обработка и представление информации сначала осуществляется компьютерными методами (компьютерная анимация, динамическая визуализация экспериментальных данных, компьютерное тестирование, учебная и методическая информация в электронном виде и т.д.). Затем учебная информация проверяется обучаемым на экспериментальных установках лабораторного практикума.

При проведении работ комплекса преподаватель воздействует на обучаемого и информационными (компьютерная часть ПЛК, методические пособия) и техническими (компьютерная и лабораторная части ПЛК) способами. В компьютерной части



ПЛК необходимо отметить динамическую визуализацию явлений и процессов с использованием анимационного моделирования.

Таким образом, все требования, предъявляемые к педагогическим технологиям, для ПЛК удовлетворены.

В настоящий момент, для технологий обучения выделяют две градации – традиционную и инновационную. Проанализируем ПЛК как инновационную технологию. Согласно классификации инновационных технологий по инновационному потенциалу [5] выделяются:

- модификации известного и принятого, связанные с усовершенствованием, рационализацией, видоизменением;
- комбинаторные нововведения;
- радикальные преобразования.

Мы считаем, что программно-лабораторный комплекс более всего подходит к комбинаторным нововведениям. В основе комбинаторного нововведения лежат новые информационные (компьютерная часть) и традиционные (лабораторная часть) технологии.

Таким образом, программно-лабораторный комплекс отвечает критериям инновационных технологий.

Найдем место ПЛК в различных классификациях педагогических технологий (см. табл. 1). В научно-методической литературе предлагается большое количество таких классификаций, например [6-8], что объективно определяется выбранным критерием.

Таблица 1

Место программно-лабораторного комплекса среди педагогических технологий

№	Классификация	Место ПЛК
1.	по уровню применения	частнометодические (предметные)
2.	по философской основе	материалистические, научные
3.	по ведущему фактору психического развития	психогенные
4.	по научной концепции усвоения опыта	ассоциативно-рефлекторные

№	Классификация	Место ПЛК
5.	по ориентации на личностные структуры	информационные,
6.	по характеру содержания и структуры	обучающие, профессиональные
7.	по типу организационных форм	академические, смешанные
8.	по типу управления познавательной деятельностью	компьютерное обучение, обучение с помощью ТСО
9.	по отношению к обучаемому	лично-ориентированные
10.	по доминирующему методу	программированное обучение
11.	по категории обучающихся	продвинутого уровня
12.	по направлению модернизации традиционной системы	на основе методического усовершенствования и дидактического реконструирования учебного материала
13.	по направленности действия	студенты
14.	по предметной среде	естественные дисциплины

Очень часто, педагогическую технологию можно отнести к различным подразделам одной классификации, что определяется условиями ее применения и другими факторами. Например, при введении в компьютерную часть ПЛК этапов проблемного характера [9] комплекс можно отнести к развивающим технологиям (по научной концепции усвоения опыта). Определяя ПЛК по типу организационных форм как «смешанные», необходимо отметить, что компьютерная часть обучения индивидуальна, а лабораторная – групповая (работа в подгруппах). По направлению модернизации традиционной системы ПЛК также можно отнести к технологиям «на основе эффективности организации и управления процессом обучения». По направленности действий комплекс можно отнести к другим разделам технологий при проведении его работ вне высших учебных заведений.

В заключении отметим, что из вышеизложенного можно охарактеризовать программно-лабораторный комплекс как ин-

новационную педагогическую технологию. Также требуются дополнительные исследования по более точному определению его места в классификациях педагогических технологий.

### Литература

1. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М., Самойленко П.И., Сергеев А.В. Применение инновационных технологий при подготовке к лабораторным работам – М.: Специалист, №12, 2001. – С. 22-25.
2. Лагунов И.М. Программно-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.
3. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 544 с.
4. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М. Программно-лабораторний комплекс как вид программированного обучения / Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 89-94.
5. Бордовская Н.В., Реан А.А. Педагогика. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2000. – 304 с.
6. Современный словарь по педагогике / Сост. Рапацевич Е.С. – Мн.: Современное слово, 2001. – 928 с.
7. Савельев А.Я. Технологии обучения и их роль в реформе высшего образования // Высшее образование в России. – 1994. – №2.
8. Нісімчук А.С., Падалка О.С., Шпак О.Т. Сучасні педагогічні технології: Навч. посібник. – К.: Просвіта, 2000. – 368 с.
9. Гордієнко Т.П., Лагунов І.М., Скларова І.О. Створення проблемної ситуації засобами інформаційних технологій // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Дидактики дисциплін природознавчо-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 2000. – Вип. 6. – С. 151–154.

## КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ З ФІЗИКИ

О.І. Денисенко<sup>1</sup>, В.В. Ковтун<sup>2</sup>

<sup>1</sup> м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний аграрний  
університет

<sup>2</sup> м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія Украї-  
ни

Напрямами розвитку комплексної комп'ютеризації процесу викладання фундаментальних дисциплін у вищій технічній школі можна визнати розмежування сфер якісно різної діяльності для виявлення їхніх взаємовпливів з погляду зв'язків (взаємних постановок задач і використання досягнень) а також оцінки динаміки пріоритетів.

Тенденції зростання інтенсивності використання комп'ютерної техніки у вищій школі, в тому числі і при викладанні вузівських курсів фізики, виявляються в наростанні кількості спеціалізованих методичних і програмних розробок, комп'ютерних навчальних посібників [1], програм, що містять фізичні експерименти на базі чисельного моделювання фізичних процесів [2, 3], збільшенні кількості розроблювачів проблемно-орієнтованих програмних продуктів і т.д.

У цих розробках усе повніше освоюються специфічні комп'ютерні можливості роботи з інформацією, використовується програмне забезпечення, що розвивається, і можливості сучасних комп'ютерів як універсального технічного засобу навчання. Поряд із цим у вузах переважно зберігається традиційний лабораторний практикум докомп'ютерного періоду. Разом з тим відомо, що підбором вимірювальних перетворювачів, заснованих на різноманітних фізичних явищах, можливо здійснити перетворення практично будь-яких фізичних величин в електричні сигнали, які можуть бути введені в комп'ютер [4, 5].

Інтенсивний розвиток сучасної комп'ютерної техніки, спеціалізованого програмного забезпечення, зростання рівня комп'ютерної грамотності викладачів вузів створюють умови для масової комп'ютеризації лабораторного практикуму у вищій технічній школі і генерації цілісних програмно-апаратних про-

блемно-орієнтованих дослідницьких комплексів подвійного призначення, що могли б використовуватись також і для науково-дослідницької роботи.

Особливістю застосування комп'ютерів у лабораторному практикумі курсу фізики є можливість використання їх для збору і 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 [6].

Найбільш вузьке місце програмно-апаратних комплексів, типова проблема, що виникає при цьому – як ввести в комп'ютер і вивести з нього всі необхідні сигнали.

У комп'ютерах закладена можливість підключення додаткових плат з буферними пристроями, що виконують функції, непередбачені вихідною конфігурацією комп'ютера, безпосередньо до системної шини через слоти на основній платі.

Існуючі спеціалізовані плати промислового виробництва, що розширюють можливості зв'язку комп'ютера з зовнішніми пристроями, не мають широкого застосування через відносно велику вартість, пов'язану з надлишковими щодо лабораторного практику можливостями, і обмеження, що накладаються несумісністю в деяких випадках з архітектурою наявного комп'ютера чи його програмного забезпечення.

Підбір бажаних для комп'ютерного комплексу як ядра лабораторного практику параметрів розглявся в якості постановки технічної задачі при створенні технології проектування і синтезу сімейства проблемно-орієнтованих плат буферних пристроїв.

Реалізований модульний принцип розробки, виготовлення, налагодження і зборки функціональних вузлів видається найбільш перспективним для забезпечення конфігураційної гнучкості при синтезі плат буферних пристроїв програмно-апаратних комплексів для лабораторних робіт різного цільового призначення.

У результаті досліджень оптимізації умовної розбивки буферного пристрою на функціональні вузли на основі попереднього аналізу конфігурацій цього класу пристроїв, що максимально

покриває намічене різноманіття можливих застосувань, виділений для подальшого макетування і дослідження комплект з декількох функціональних вузлів різного призначення.

Інтерфейсний вузол конструювався на базі мікропроцесорного комплексу K580 (зокрема адаптерів паралельного інтерфейсу KP580BB55A), і схеми вибору адреси пристрою. Функціональні вузли, що містять цифро-аналогові і аналого-цифрові перетворювачі, виготовлялися з використанням спеціалізованих мікросхем серій K572 і K1108. Комутуючі функціональні вузли в залежності від конфігурації плати містили аналогові ключі, гальванічні чи оптоелектронні розв'язки. Для підключення зовнішніх пристроїв використовувався рознімний з'єднувач, розміщений на краю плати, зверненому убік задньої панелі комп'ютера.

З наведених вище функціональних вузлів були зібрані плати буферних пристроїв з одним, двома і чотирма незалежними 12-ти розрядними цифро-аналоговими перетворювачами з діапазоном зміни вихідного аналогового сигналу від нуля до 10 В, призначеними для комп'ютерного керування зовнішніми технічними об'єктами; плати буферних пристроїв, що містять один, два і вісім 16-ти розрядних аналого-цифрових перетворювача з діапазоном зміни вхідного аналогового сигналу 0,5-10 В, призначених для зчитування даних з вимірювальних датчиків у комп'ютер.

Розроблені супроводжувальні підпрограми для ініціалізації інтерфейсних вузлів (на мікросхемах серії K580) плат буферних пристроїв, що забезпечують передачу керівної інформації від комп'ютера і зчитування даних з вимірювальних датчиків у комп'ютер, а також допускають використання керуючими програмами більш високого рівня інтеграції.

У зв'язку з необхідністю прив'язки реєстрованої експериментальної інформації до часу забезпечувалося зчитування значень опорних моментів комп'ютерного часу, відносно яких реєструвалися параметри процесів, що спостерігаються, а також формувалися сигнали керуючих впливів при відтворенні режимів.

Певний практичний досвід, накопичений при створенні, користуванні і супроводженні програмно-апаратних комплексів, дозволяє проводити комп'ютеризацію лабораторного практикуму на основі розвинутої технології синтезу плат буферних пристроїв.

## Література

1. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М. Программно-лабораторный комплекс как вид программированного обучения. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць.–Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ .– 2002. – Т. 2. – С. 89-94.
2. Безуглый А.В., Калинин В.В., Калинин Д.В. Разработка компьютерного учебного пособия на примере разделов современной физики // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць.– Кривий Ріг, Видавничий відділ НацМетАУ. –2002. – Т. 2. – С. 89-94
3. Теплицький І.О. Комп'ютерне моделювання механічних рухів у середовищі електронних таблиць. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики // Збірник наукових праць. –Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ. – 2002. – Т. 2. – С. 310-322.
4. Поліщук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. – Львів: Львівська політехніка, 2000. – 356 с.
5. Электрические измерения. Средства и методы измерений (общий курс). /Под ред. Шрамкова Е.Г. – М.: Высшая школа, 1972. – 520 с.
6. 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.

## **ОСОБЛИВОСТІ КУРСІВ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ РАДІОФІЗИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

О.О. Дробахін, С.Ф. Лягушин  
м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет  
lyagush@ff.dsu.dp.ua

Збереження курсів теоретичної фізики для студентів, які отримують освіту за напрямом „Прикладна фізика”, видається абсолютно необхідним, незважаючи на загальне скорочення годин на спеціальні дисципліни, з двох причин: по-перше, саме ці курси надають університетську глибину освіти й, по-друге, розуміння сучасної наукової літератури з фізики твердого тіла та квантової електроніки неможливе без володіння мовою квантової теорії та квантової статистичної фізики. Проблеми, з якими ми стикаємось у викладанні цих фундаментальних дисциплін, знайомі всім, хто викладає фізику: звичка сприймати науку як сукупність формул, зорієнтованість на отримання практичних рецептів без усвідомлення суті явищ, заперечення необхідності фундаментальних знань для практичної роботи за прикладною спеціальністю й, нарешті, низький рівень математичної культури більшості слухачів, незбереження базових знань з попередніх курсів. Останні обставини накладають суттєвий відбиток на можливості викладання, вони загальнозрозумілі, тому не потребують додаткового аналізу. Зосередимось на встановленні зв'язку між знаннями та навичками, які повинні давати курси теоретичної фізики для подальшого навчання і практики, та змістом і розподілом матеріалу в цих курсах.

Завдання та зміст курсу квантової механіки

Квантова механіка покликана дати уявлення про характер процесів у мікросвіті та озброїти тих, хто навчається, математичним апаратом для опису цих процесів. Такі дисципліни, як твердотільна електроніка, квантова електроніка, активно оперують поняттями, розуміння яких дає квантова механіка; розвиток квантової оптики вимагає володіння спеціалістами-радіофізиками також основами квантово-польових уявлень. Завдання курсу можна буде вважати виконаними, якщо у студентів



сформується вміння використовувати набуті знання для аналізу фізичних явищ.

На наш погляд, студент після вивчення квантової механіки повинен уміти описувати квантові системи та динамічні змінні операторними конструкціями, стан квантової системи – хвильовою функцією, знаходити спектр можливих значень фізичної величини шляхом розв’язання задачі на власні значення, описувати еволюцію системи в картинах Шрьодінгера та Гайзенберга, використовувати матричні елементи операторів і розвинення хвильових функцій по базисах. Перелічені пункти є базовими для стандартних курсів квантової механіки [1, 2], але вважаємо за доцільне окреслити цю програму-мінімум, наголосивши на необхідності глибокого усвідомлення відповідних ідей і методів. Це дає певні орієнтири для курсів вищої математики, вимагає підтримання математичних навичок. Викладаючи ці питання радіофізикам, слід спиратись на їх знання з електродинаміки, де поняття поля є ключовим, тлумачити хвильову функцію як поле амплітуд густини ймовірності, приділити увагу її комплексності. Варто провести аналогію між розвиненням хвильових функцій по базисах і розвиненням електромагнітного поля по гармоніках, між задачею Шрьодінгера та знаходженням власних коливань резонаторів чи можливих типів хвиль у хвилеводах.

Оскільки наукова література оперує переважно дираківськими позначеннями векторів стану, доцільно після першої третини курсу, де використовується координатне представлення з його наочністю, дати слухачам уявлення про гільбертів простір станів як більш коректний і зручний опис станів квантових систем. На цьому етапі варто сформулювати основні положення попередніх розділів у дираківських позначеннях, не зосереджуючись на математичній строгості побудов. У дидактичному плані повторення матеріалу в цей момент є дуже ефективним. У навчальній літературі є приклади вдалого викладу цих питань [3, 4], вони складні ідейно, а не технічно. Більш того, перехід до різних представлень тут формально здійснюється дуже просто.

Курс квантової механіки традиційно включає базові задачі: частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі, лінійний гармонічний осцилятор, рух у центральному полі, воднеподібний атом, проходження частинки крізь перешкоду. Прагнучи

сформувати вміння аналізувати поведінку квантових систем, спираючись на результати для точно розв'язуваних задач, вважаємо за потрібне дати цей матеріал у зв'язку з теорією збурень, ідеологія якої дуже важлива для сучасної фізики та техніки, відпрацювати обчислення енергії деяких систем за стаціонарною теорією збурень на практичних заняттях. У радіофізичній аудиторії природним буде порівняння з електродинамічними обчисленнями НВЧ систем на базі добре досліджених простих моделей пристроїв.

Ознайомлення студентів з квантовим описом електромагнітного поля варто базувати на ідеї представлення поля як сукупності осциляторів (мод). Пропонуємо докладніше поговорити про стани квантового гармонічного осцилятора, про їх опис за допомогою операторів народження та знищення. Виграшною є розповідь про когерентні стани гармонічного осцилятора у зв'язку з поняттям станів з мінімальною невизначеністю [3]. Тут можна пояснити опис стану поля, що генерується в лазері й навіть дати поняття про неklasичні стани електромагнітного поля. Принципово важливим для радіофізиків є знання квантового підходу до взаємодії поля з речовиною, структури спектра атома. Тому курс квантової механіки має включати основи квантової теорії випромінювання та задачу про атом у магнітному полі (нормальний ефект Зеемана). У теоретичній фізиці треба послідовно простежити появу спінових характеристик в електрона. Часові ліміти примушують обмежитись розглядом спіну електрона в нерелятивістській теорії (рівняння Паулі) [3]. Оскільки процеси розсіювання частинок є основним джерелом інформації про мікросвіт, доцільно дати загальну постановку задачі про розсіювання у квантовій механіці, нагадавши задачу про розсіювання електромагнітної хвилі на перешкоді.

Завдання та зміст курсу термодинаміки та статистичної фізики

Завдяки курсу термодинаміки та статистичної фізики студенти повинні навчитись користуватись термодинамічними параметрами речовин, зв'язком між відгуками системи на різні зовнішні впливи, основними поняттями теорії фазових переходів, застосовувати імовірнісні характеристики для опису багаточастинкових систем – як класичних, так і квантових – та фундаментальні результати квантової статистики для аналізу, насамперед,

електронного газу в металах та електромагнітного поля. Осмілене оперування поняттями теорії твердого тіла – критерій досягнення мети вивчення статистичної фізики радіофізиками. У той же час заключна частина теоретичної фізики, пов'язана з переходом від динамічного до статистичного опису, має велике світоглядне значення. Обсяг курсу диктує ознайомлювальний підхід до деяких розділів.

Перший розділ курсу, присвячений феноменологічній термодинаміці, має бути компактним, уникати довгих математичних доведень. Необхідною є інформація про енергетичні характеристики термодинамічних процесів і закони термодинаміки, про метод термодинамічних потенціалів і співвідношення між їхніми похідними, особливо для складних систем (з наявністю електричного та магнітного полів). Слід дати класифікацію фазових переходів за поведінкою термодинамічних потенціалів [5].

Потрібні відомості зі статистичної фізики – гібсівський підхід, ансамблі Гібса, відповідні розподіли та формалізми у квантовому та класичному варіантах [6]. Це забезпечить основу для розуміння розподілів Максвелла та Максвелла-Больцмана, для обчислення термодинамічних характеристик реальних систем, їх поведінки у зовнішніх полях, оцінки флуктуацій. Важливим є бачення головної задачі статистичної фізики – переходу від мікро- до макроопису. З усіх точок зору курс повинен включати квантову теорію систем тотожних частинок – формалізм чисел заповнення, отримання розподілів Бозе та Фермі, аналіз поведінки квантових ідеальних газів при низьких температурах, статистичне дослідження рівноважного випромінювання та твердого тіла як систем незалежних осциляторів. Інформацію про колективні квантові явища варто дати в оглядовому варіанті.

Фактично ми виклали програму досить поверхневого ознайомлення студентів із сучасною статистичною фізикою. Математичний апарат її вдається проілюструвати лише на дуже простих задачах. Однак, один суттєвий новий крок до знання математичного апарату статистичної фізики в курсі для радіофізиків зробити треба: це запровадження статистичного оператора з використанням дираківських позначень [6] і показ можливості обчислення середніх та опису еволюції системи за його допомогою. Невеликий додатковий коментар, що спирається на відоме з квантової

механіки поняття когерентних станів, дасть можливість записати статистичний оператор електромагнітного поля у представленні Глаубера-Сударшана [7] і підготує майбутніх спеціалістів до роботи з літературою з квантової оптики.

#### Зв'язки з іншими курсами

Найважливіше для нас у курсі теоретичної механіки – гамільтонів формалізм, опис системи функцією Гамільтона, її еволюції – рівняннями Гамільтона, поняття фазового простору. Су-міжні образи радіофізики використовують у теорії коливань. Електродинаміка цим спеціальностям викладається досить повно, і ми говорили про актуалізацію знань з неї. Очевидно, ви-кладачам передуючих дисциплін слід зосередитись на основопо-ложних для засвоєння квантової теорії питаннях.

За теперішнім навчальним планом квантова механіка вивча-ється після заключної частини курсу загальної фізики – атомної та ядерної фізики. Ми переконані в необхідності побудови цієї дисципліни як саме загально-фізичної, з опорою на експеримент. Атомна фізика повинна сформувати навички користуватись ква-нтовими уявленнями про будову атома для аналізу явищ, що відбу-ваються на рівні атомів і молекул, у першу чергу, взаємодії з ви-промінюванням, застосовувати поняття спектроскопії; курс дає знання про експериментальні методики та прилади, що базують-ся на квантовій природі атомних явищ. Саме в атомній фізиці слід дати інформацію про експериментальне підґрунтя квантової механіки, про труднощі класичної фізики в застосуванні до цих явищ, про модель атома Бора. Необхідні елементи квантової ме-ханіки в цьому курсі треба давати дозовано: напевне, студенти дізнаються про стаціонарне рівняння Шрьодінгера і його розв'язки для воднеподібних систем, але послідовне викладення квантової теорії (як це зроблено у другому томі відомого курсу Е.В. Шпольського [8]) замість розповіді про експериментальні факти було б методичною помилкою. Радіофізики повинні отримати інформацію про вплив спіну на структуру спектру, причому деякі формули можна давати без повного обґрунтування (часу на це не вистачає й у квантовій механіці), необхідними є знання про електронний парамагнітний резонанс, принцип дії та типи лазе-рів, резонансу флуоресценцію [9].

При вивченні ядерної фізики студенти-радіофізики набува-

ють уміння орієнтуватись у фізичних явищах, пов'язаних із зміною стану атомних ядер, аналізувати процеси в експериментальному обладнанні ядерної фізики та фізики елементарних частинок, визначати характер радіаційного впливу в конкретних ситуаціях. Складність теоретичних основ явищ робить природною загально-фізичну побудову курсу. Для студентів радіофізичних спеціальностей важливо побачити аналогію між НВЧ приладами та прискорювачами як пристроями, де відбувається обмін енергією між полем та частинками. Говорячи про радіоактивний розпад, про класифікацію елементарних частинок, доцільно анонсувати більш глибокий погляд на ці проблеми на основі послідовного курсу квантової теорії. У той же час слухачі можуть уже в цьому курсі дізнатись про поняття „бозони” та „ферміони” і зв'язок спіну з поведінкою частинок у багаточастинкових системах.

#### Література

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. (Теор. физика, том III). – М.: Наука, 1974.
2. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Наука, 1973.
3. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. – М.: Наука, 1976.
4. Вакарчук І.О. Квантова механіка. – Львів: ЛДУ, 1998.
5. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991.
6. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статистическая физика. – М.: Издательство МГУ, 1986.
7. Боголюбов Н.Н. (мл.) и др. Новые эффекты в квантовой электродинамике // ЭЧАЯ, Т. 19, вып. 4, С.831-863. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
8. Шпольский Э.В. Атомная физика, том II. – М.: Наука, 1974.
9. Перина Я. Квантовая статистика линейных и нелинейных оптических явлений. – М.: Мир, 1987.

## КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА КУРСУ ФІЗИКИ

Ю.В. Єчкало, І.О. Теплицький

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет

Сьогодні в Україні у навчальних закладах різного рівня навчається багато здібної молоді, яка має високий рівень знань із фундаментальних дисциплін і успішно оволодіває основами інформатики й обчислювальної техніки. На жаль, в системі неперервної освіти практично не вироблені науково-методичні концепції наступності «школа (гімназія, ліцей) → університет» та «обдарований учень → студент → аспірант → науковець». На цьому тлі дуже важливо не дати загубитися у масовому загалі таким особистостям, розвинути їхні здібності та пізнавальну активність. Все гостріше відчувається потреба у спрямуванні змісту навчання на ознайомлення молоді з методами системних досліджень, на озброєння її знаннями й навичками з комп'ютерного моделювання з метою глибокого вивчення, кількісного та якісного аналізу сутностей у різних галузях знань.

Розглядаючи комп'ютерне моделювання у двох аспектах – як сучасний метод пізнання і як об'єкт вивчення, ми вважаємо, що воно є фактором, здатним сьогодні сприяти розв'язанню цієї проблеми. Так, з одного боку, воно забезпечує змістову основу для розвитку пізнавальних інтересів і творчої активності, а з іншого, – є засобом для здійснення міжпредметної інтеграції й формування на цій основі наукового світогляду.

Як відомо, навчальний матеріал курсу фізики 9 класу характеризується складним математичним апаратом і відсутністю ефектних демонстрацій. Однією із складних тем розділу “Механіка” є “Графічне зображення руху”. На цей час учні ще не мають достатнього досвіду побудови графіків. Діти вперше стикаються з тим фактом, що існують різні види руху, які можна представити у вигляді рівняння або за допомогою графіка.

Завдання на побудову чи аналіз графіків залежності  $v = v(t)$ ,  $a = a(t)$ ,  $x = x(t)$ ,  $S = S(t)$  є стандартними. Ми ж пропонуємо дещо нестандартну задачу. Її умова така:

*За графіком залежності  $F(t)$  побудувати графіки  $a = a(t)$ ,*

$$v = v(t), x = x(t), S = S(t).$$

Головною особливістю, що відрізняє цю задачу від переважної більшості задач на графічне зображення руху за шкільним підручником, є те, що під дією змінної сили тіло набуває змінного прискорення.

За таких умов швидкість руху вже не є лінійною функцією часу, а змінюється у більш складний спосіб. Внаслідок цього побудова (точна, а не схематична) графіків функцій  $v = v(t)$ ,  $x = x(t)$ ,  $S = S(t)$  стає практично неможливою для школярів.

Отже, дослідимо рух тіла заданої маси  $m = \text{const}$  під дією змінної сили  $F$  (рис. 1).

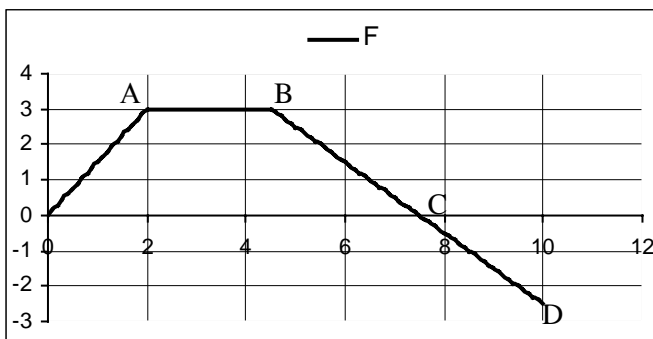


Рис. 1

Метою дослідження будемо вважати побудову графіків  $a = a(t)$ ,  $v = v(t)$ ,  $x = x(t)$  і  $S = S(t)$ .

Прийmemo до уваги наступне:

1. Математичне моделювання передбачає прийняття певних спрощуючих припущень, які слід обґрунтувати. Тому зауважимо: при розв'язуванні цієї задачі, як і взагалі багатьох задач подібного типу, рух будемо вважати поступальним, масу тіла – незмінною.

2. Середовищем для моделювання оберемо електронні таблиці.

Почнемо роботу з побудови заданого умовою графіку  $F(t)$ . Визначимо на ньому ключові точки: O, A, B, C, D. На кожній з ділянок OA, AB, BC і CD сила змінюється за лінійним законом:

$$F_i = k_i \Delta t,$$

де  $k_i$  – кутовий коефіцієнт, який у загальному випадку розраховується так:

$$k_i = \frac{F_i - F_{i-1}}{\Delta t_i}.$$

Зрозуміло, що коефіцієнт  $k_i$  на всіх ділянках різний.

За другим законом Ньютона  $a = \frac{F}{m}$ . Інакше кажучи, прискорення  $a$  пропорційне силі  $F$ . Тобто, коли  $F$  збільшується (зменшується) на певному проміжку часу, то відповідно змінюється й прискорення  $a$ . Коли сила  $F = \text{const}$ , прискорення  $a$  також є сталою величиною. Тоді на кожній ділянці графіка отримаємо:

$$a_i = \frac{F_i}{m}.$$

Наступним кроком буде побудова графіку  $\mathbf{v} = \mathbf{v}(t)$  – залежності швидкості від часу. Під час обчислення швидкості наприкінці будь-якого інтервалу часу  $\Delta t$  будемо використовувати значення прискорення із попереднього інтервалу:

$$\mathbf{v}_i = \mathbf{v}_0 + a_{i-1} \mathbf{t}.$$

Нову координату тіла наприкінці  $i$ -го проміжку часу знаходимо за рівнянням:

$$x_i = x_{i-1} + \mathbf{v}_0 t_i + \frac{a_i t^2}{2}.$$

Перш, ніж виконувати побудову, згадаємо, що пройдений шлях – це довжина відрізка траєкторії (лінії, вздовж якої рухається тіло). Координата тіла може бути як додатною, так і від'ємною, як збільшуватись, так і зменшуватись, але шлях, за означенням, є суто додатною величиною, яка може лише зростати. Взнявши до уваги формулу для нової координати наприкінці  $i$ -го проміжку  $\Delta t$ , знайдемо  $S$  наприкінці цього проміжку:

$$S_i = S_{i-1} + V_0 t_i + \frac{|a_i| t^2}{2}.$$

Якщо зіставити згадані вище формули для координати і шляху, побачимо, що, поки  $a_i \geq 0$ , їхні графіки будуть співпадати, а надалі являтимуть собою дзеркальні відображення один одного.

Таким чином, суть алгоритму досить проста. Послідовність побудов можна визначити наступною схемою: *сила*  $\rightarrow$  *прискорення*  $\rightarrow$  *швидкість*  $\rightarrow$  *координата*  $\rightarrow$  *шлях*.



Після всіх наведених міркувань записуємо остаточний алгоритм для роботи з моделлю:

1. Підготувати таблицю (Таблиця 1) для введення даних та виведення результатів.

2. Увести вхідні дані й початкові умови для моменту часу  $t = 0$ , тобто заповнити стовпець G (“Дано:”) іменами змінних, а стовпець H – їхніми числовими значеннями:  $m$  – маса тіла,  $v_0$  – його початкова швидкість,  $x_0$  – початкова координата,  $S_0$  – початкове значення шляху,  $\Delta t$  – інтервал часу,  $k_1, k_2$  – кутові коефіцієнти.

Таблиця 1

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	$t$	$F$	$a$	$v$	$x$	$S$	Дано:	
2							$m =$	
3							$v(0) =$	
4							$x(0) =$	
5							$\Delta t =$	
6							$k_1 =$	
7							$k_2 =$	
8							$S(0) =$	
...	...	...	...	...	...	...		

3. Заповнити другий рядок (для моменту часу  $t = 0$ ):

$$F = 0; \quad a_0 = \frac{F}{m}; \quad v = v_0; \quad x = x_0; \quad S = S_0.$$

Відповідні комірки матимуть вміст, наведений в таблиці 2.

Таблиця 2

Комірка	Формули / Числа
A2	0
B2	0
C2	=B2/\$H\$2
D2	=\$H\$3
E2	=\$H\$4
F2	=\$H\$8

4. Заповнити третій рядок (для кінця першого проміжку  $\Delta t$ , тобто для моменту часу  $t = t_{i-1} + \Delta t$ , де  $i=1$ ):

$$t_1 = t_0 + \Delta t;$$

$$F_i = F_{i-1} + k_1 \Delta t;$$

$$a_i = \frac{F_i}{m};$$

$$v_i = v_{i-1} + a_{i-1} \Delta t;$$

$$x_i = x_{i-1} + v_{i-1} \Delta t + \frac{a_{i-1} \Delta t^2}{2};$$

$$S_i = S_{i-1} + v_{i-1} \Delta t + \frac{|a_{i-1}| \Delta t^2}{2}.$$

Вміст комірок для цього рядка наведений у таблиці 3.

Таблиця 3

Комірка	Формули / Числа
A3	=A2+\$H\$5
B3	=B2+\$H\$6*\$H\$5
C3	=B3/\$H\$2
D3	=\$H\$3+C3*A3
E3	=E2+\$H\$3*A3+C3*A3^2/2
F3	=E3

5. Повторювати п.4 20 разів (поки  $t_i \leq 2$  с).

6. На наступному відрізку заданого умовою графіка  $F(t)$  (поки  $2 \leq t_i \leq 4,5$ ) значення сили не змінюється з часом. Тому зафіксуємо попереднє значення сили (те, яке міститься у комірці B22) в комірках від B23 по B47 включно. Формули в інших комірках 23-го рядка залишимо без змін.

7. Далі на тіло знову починає діяти змінна сила, тому поки  $4,5 \leq t_i \leq 10$ , тобто, починаючи з комірки B48, формула для розрахунку сили матиме такий вигляд  $F_i = F_{i-1} + k_2 \Delta t$  (формули в інших комірках 48-го рядка при цьому не змінюються).

8. Як було зауважено вище, поки  $a \geq 0$ , графіки координати й шляху співпадають. Але з моменту, коли  $a < 0$ , тобто до 78-го рядка, потрібно ввести формулу  $S_i = S_{i-1} + v_{i-1} \Delta t + \frac{|a_{i-1}| \Delta t^2}{2}$ , інтерпретовану відповідним чином для використання в електронних таблицях.

Для досягнення кращої наочності можна запропонувати такі вхідні дані:  $m = 2$  кг,  $v(0) = 0$ ,  $x(0) = 0$ ,  $\Delta t = 0.01$  с.

Виконавши прості розрахунки за графіком сили, отримаємо:  $k_1 = 1,5$  Н/с,  $k_2 = -1$  Н/с.

Зауваження 1. Перед виконанням дослідження доцільно за-

пропонувати учням ряд запитань:

1. У який момент часу швидкість тіла була максимальною?
2. Як обчислити величину пройденого шляху?
3. Який вигляд має графік  $S = S(t)$  – залежності пройденого шляху від часу?

Перевірити правильність своїх відповідей учні зможуть, заповнюючи таблицю і виводячи на екран відповідні графіки (рис. 4, 5).

Таблиця 4

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	$t$	$F$	$a$	$v$	$x$	$S$	<i>Дано:</i>	
2	0	0	0	0	0	0,0000	$m, \text{ кг} = 2$	
3	0,1	0,15	0,075	0,0075	0,0004	0,0004	$v(0), \text{ м/с} = 0$	
4	0,2	0,3	0,15	0,03	0,0034	0,0034	$x(0), \text{ м} = 0$	
5	0,3	0,45	0,225	0,0675	0,0140	0,0135	$\Delta t, \text{ с} = 0,1$	
6	0,4	0,6	0,3	0,12	0,01375	0,0375	$k_1, \text{ Н/с} = 1,5$	
7	0,5	0,75	0,375	0,1875	0,08438	0,0844	$k_2, \text{ Н/с} = -1$	
8	0,6	0,9	0,45	0,27	0,16538	0,1654	$S(0), \text{ м} = 0$	
...	...	...	...	...	...	...		

Бажаю запропонувати учням прокоментувати кожен з одержаних графіків і відповісти на питання:

1. Як із часом відбувалася зміна швидкості тіла?
2. Чи можна стверджувати, що якісь із графіків 1–3 є траєкторіями руху тіла?

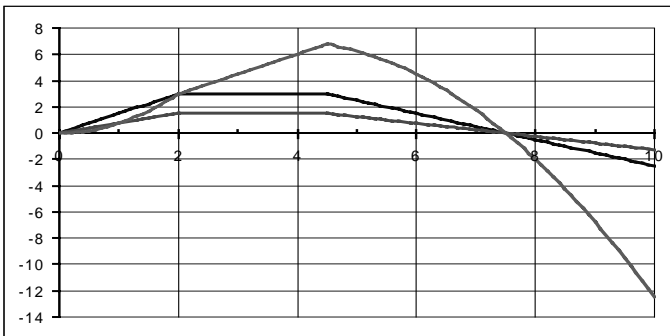


Рис. 4.

1 –  $F = F(t)$ ; 2 –  $a = a(t)$ ; 3 –  $v = v(t)$ .

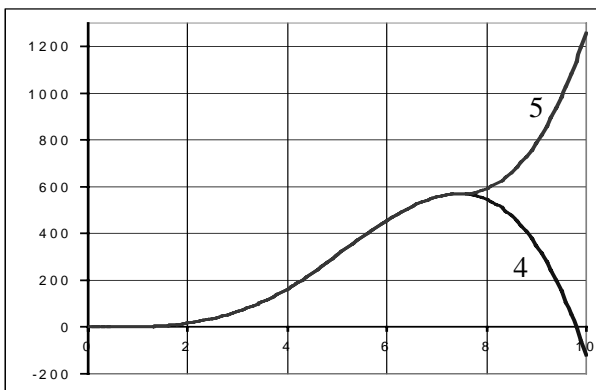


Рис. 5.

$$4 - x = x(t); \quad 5 - S = S(t).$$

*Зауваження 2.* Побудову решти графіків  $x = x(t)$  і  $S = S(t)$  доцільно здійснити або за допомогою додаткової вісі на тому самому рисунку, або на окремому рисунку, як це показано на рис. 5. Справа в тому, що значення змінних  $F$ ,  $a$ ,  $v$  і  $x$ ,  $S$  виявляються несумірними. Якщо не вжити запропонованих заходів, то внаслідок автоматичного масштабування графіки рис. 4 втратять свою виразність у порівнянні з графіками рис. 5.

Досвід практичного навчання за запропованою методикою показує, що робота з математичними моделями фізичних явищ сприяє глибокому розумінню їх учнями. Вчитель, у свою чергу, одержує ефективний засіб підвищення якості навчального процесу.

#### Література:

1. Бугайов О., Коваль В. Комп'ютерна підтримка курсу фізики в середній школі: реальність і перспективи // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №3. – С. 16–19.
2. Жук Ю.О. Викладення фізики і нові інформаційні технології навчання // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №1. – С. 13–18.
3. Теплицький І.О. Використання електронних таблиць у комп'ютерному моделюванні // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 1999. – № 2. – с. 27–32.

# НАБЛЮДЕНИЯ ЗАКАТОВ И ВОСХОДОВ СОЛНЦА С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ

Н.Н. Жолонко

г. Черкассы, Институт социального управления, экономики и  
права  
zholonko@yahoo.com

## Введение

Проблема практического определения наблюдателем своих координат с помощью простых подручных средств оказывается актуальной сегодня при обучении в средней и высшей школах основам естественных наук, как средство выживания в условиях боевых действий, катастрофы транспортного средства в безлюдной местности и т.п. Астрономические методы определения земных координат наблюдателя обеспечивают хорошую точность и до сих пор применяются как первичные, несмотря на необходимость определённой квалификации наблюдателя и наличия приборов точной электромеханики и оптики. Впрочем, в древние и средние века обходились и без таких приборов, хотя отсутствие точных хронометров резко ограничивало возможность определения долгот. Сегодня эта проблема решена, поскольку хорошие наручные кварцевые часы могут обеспечить точность суточного хода лучше 1 секунды и, в сочетании с коррекцией по радиосигналам точного времени, позволяют аккуратному наблюдателю найти своё местоположение по долготе с высокой точностью. Однако, данная работа будет посвящена определению широты, вместе с долготой обеспечивающей наблюдателя информацией о своём местонахождении.

Практическая астрономия предлагает довольно много простых способов приближённой ориентировки на местности [1], в основе которых лежит знание особенностей некоторых основных астрономических событий: смена фаз Луны, кульминации светил, их восходы и заходы и т.д. При этом нужны лишь достаточно простые, часто даже самодельные приборы. Однако, в данной работе предлагается описание и обоснование несколько необычного способа определения широты, требующего лишь хороших часов с секундной стрелкой без необходимости измерять углы.

Понадобится также логарифмическая линейка, калькулятор для научных расчётов, некоторые таблицы, представленные в настоящей статье, хотя всё это вместе может заменить компьютер с относительно несложной программой.

Метод основан на измерении времени прохождения Солнца или полной Луны линии горизонта. Процедура наблюдения длится несколько минут (в средних широтах это составляет 3-4 минуты), а последующий расчёт широты также не является утомительным. Несмотря на простоту, при достаточной сноровке овладевший методикой наблюдатель находит своё местоположение с ошибкой, иногда даже меньшей 10 км.

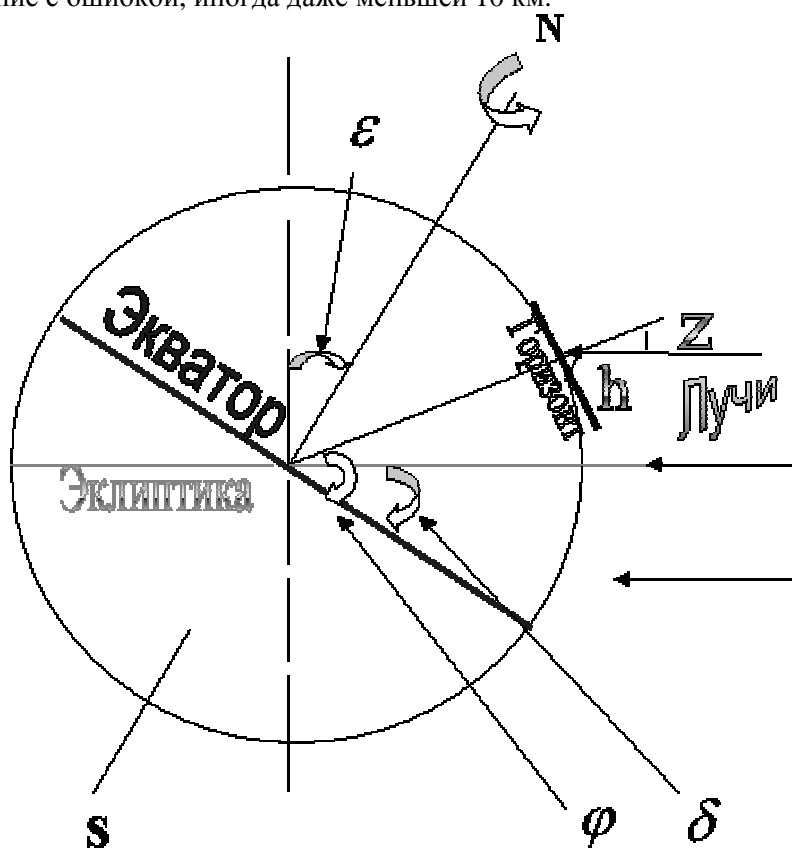


Рис. 1. Главные направления наблюдателя при определении широты

## Теория

Согласно теореме о полюсе мира [2] (см. рис. 1), наклон оси вращения, а значит и небесного экватора, прямо связан с широтой наблюдателя, причём на земном экваторе небесный экватор вблизи горизонта проходит отвесно, а на полюсах планеты – вдоль линии горизонта. С другой стороны, из-за наклона земной оси ( $\varepsilon=23^{\circ}26'21''$ ) к перпендикуляру плоскости орбиты в течение года склонение Солнца  $\delta$ , т.е. угловое расстояние его центра от небесного экватора вследствие движения светила вдоль эклиптики изменяется в пределах от  $-\varepsilon$  (зимнее солнцестояние) до  $\varepsilon$  летом. Это изменяет расстояние Солнца от небесного экватора в экваториальной системе координат [1], практически не влияя на угол прохождения светила через горизонт. Время прохождения солнечного диаметра, однако, зависит от сезона, поскольку Солнце, находясь не на небесном экваторе (т.е. не в точках весеннего или осеннего равноденствий), движется уже не по большому кругу. Это означает, что проходимое в единицу времени угловое расстояние становится существенно меньшим при слабо изменяющемся углом диаметре солнечного диска. Последнее обстоятельство становится особенно заметным вблизи точек солнцестояния. В меньшей мере на время прохождения через горизонт оказывают влияние изменения видимого диаметра Солнца, которые происходят вследствие эллиптичности земной орбиты.

Отмеченными особенностями можно воспользоваться для определения широты из времени прохождения дисков Солнца или полной Луны через линию горизонта, видимые угловые величины которых близки  $0.5^{\circ}$ . Отметим, что случай с Луной менее актуален, поскольку является более редким и, кроме того, движение Луны относительно звёзд на порядок более быстрое и сложное, чем у Солнца. Вначале будем считать, что угловой диаметр Солнца неизменен, поскольку он в силу малой эллиптичности земной орбиты действительно слабо изменяется в течение года (см. табл. 1). Вначале для простоты пусть Солнце находится вблизи небесного экватора (конец марта или сентября). Тогда, если пренебречь смещением светила вдоль эклиптики за время прохождения через линию горизонта, то последнее будет определяться скоростью суточного хода Солнца на большом

круге, равной 2 минуты на один диаметр светила, и наклоном небесного экватора в данной местности (см. рис. 2).

Табл. 1. Изменения видимого диаметра диска и расстояния до Солнца в различные сезоны 2001 года (1 а.е.=149,6 млн. км; диаметр Солнца равен 1.39 млн. км.=109,12 диаметров Земли). Данные представлены на начало суток по всемирному времени гринвичского меридиана.

Дата	Диаметр, °	Расстояние, а.е.	Дата	Диаметр, °	Расстояние, а.е.
1.01.2001	0,5422	0,983	1.07	0,5244	1,017
15.01	0,5420	0,984	15.07	0,5245	1,016
1.02	0,5410	0,985	1.08	0,5253	1,015
14.02	0,5398	0,988	15.08	0,5264	1,013
1.03	0,5380	0,991	1.09	0,5283	1,009
15.03	0,5360	0,995	15.09	0,5302	1,006
1.04	0,5335	0,999	1.10	0,5325	1,001
15.04	0,5313	1,003	15.10	0,5347	0,997
1.05	0,5291	1,008	1.11	0,5372	0,992
15.05	0,5274	1,011	15.11	0,5390	0,989
1.06	0,5257	1,014	1.12	0,5407	0,986
15.06	0,5248	1,016	15.12	0,5417	0,984

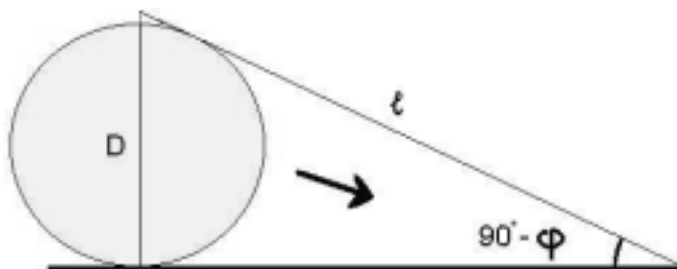


Рис. 2. Перед прохождением диска Солнца во время заката

Из рис. 2 видно, что  $\frac{D}{l} = \sin(90^\circ - \varphi)$ , где  $D$  – видимый вертикальный диаметр Солнца,  $l$  – длина, проходимая верхушкой диска от начала захода до его окончания (момент, когда она погружается под горизонт). С другой стороны, отношения указан-



ных угловых длин равны отношению времён движения вдоль вертикали и вдоль траектории (рис. 2). Поэтому, с учётом предыдущего имеем:

$$\frac{D}{l} = \frac{2}{\Delta t} = \cos \varphi ,$$

где  $\Delta t$  – время наблюдения восхода или заката в минутах. Отсюда, измерив время заката, легко определить широту наблюдателя в первом приближении:

$$\varphi = \arccos\left(\frac{2}{\Delta t}\right). \quad (1)$$

Важно при этом отметить, что рефракция лучей вблизи горизонта сильно зависит от их угла скольжения, вследствие чего Солнце вдоль вертикали выглядит сплюснутым примерно на 6'. Вблизи горизонта рефракция в среднем равна 35', поэтому мы видим Солнце заходящим, когда оно уже фактически находится под горизонтом. Удивительно, однако, что время захода от этого не зависит, поскольку нижний и верхний края солнечного диска на линии горизонта будут одинаково подвержены рефракции. Поэтому данный метод по классификации измерений можно назвать нулевым. Остаётся лишь выяснить, какова будет роль рефракции при измерениях  $\Delta t$  на линии истинного горизонта с ошибкой её определения по высоте  $h$ .

Перейдём теперь к менее элементарным рассуждениям с целью учесть более общий случай, когда Солнце не находится на небесном экваторе, т.е. при условии  $\delta \neq 0$ . Эволюция светила по зенитному расстоянию  $z$  в горизонтальных координатах ( $z$ ,  $A$ ), где  $A$  – азимут светила, равна:

$$\frac{dz}{dt} = C \cdot \cos \varphi \cdot \sin A , \quad (2)$$

причём  $C = D/(2 \text{ мин})$ , где  $D$  – средний угловой диаметр Солнца в градусах (примерно 0.5°). Смысл константы  $C$  – скорость эволюции зенитного расстояния в момент равноденствия ( $A = \pm 90^\circ$  при закате и восходе соответственно) при наблюдениях на экваторе. Азимут заката для любого склонения  $\delta$  можно определить согласно формуле:

$$\cos A = \frac{\sin \varphi \cos(90^\circ + \rho) - \sin \delta}{\cos \varphi \sin(90^\circ + \rho)} , \quad (2a)$$

где  $\rho=35'$  – рефракция в горизонте (см. рис. 5). Если пренебречь рефракцией, что в приближённом расчёте на первом этапе представляется допустимым, будем иметь более простую формулу для определения азимута по склонению  $\delta$  и широте  $\varphi$  для данного момента наблюдений:

$$\cos A = \frac{-\sin \delta}{\cos \varphi}.$$

Заменяя косинус азимута синусом, получаем:

$$\sin A = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \delta}{\cos \varphi}\right)^2}.$$

Подставляя это выражение в уравнение (2), после простых преобразований имеем:

$$dz = dt \cdot C \sqrt{\cos^2 \varphi - \sin^2 \delta}.$$

После интегрирования по времени заката  $t$  получаем в правой части  $\Delta t$ , а в левой части – диаметр Солнца  $D$ . Сокращая  $D$  (входит в константу  $C$ ), окончательно для широты наблюдателя имеем:

$$\varphi = \arccos \left( \sqrt{\left(\frac{\Delta t}{t}\right)^2 + \sin^2 \delta} \right). \quad (3)$$

Отсюда видно, что при  $\delta=0$  имеем формулу (1), которая, таким образом, даёт в общем случае завышенное значение широты, хорошо работая лишь вблизи равноденствий. Особенно большую ошибку без учёта  $\delta$  будем иметь для дней солнцестояний, где  $\delta=\pm 23.5^\circ$ . Так, например, для широты  $45^\circ$  имеем  $2/\Delta t=0.71$ , в то время как  $\sin \delta=0.4$ . Поэтому отсутствие учёта склонения  $\delta$  обеспечит ошибку под корнем примерно 30%, что «уведёт» значение корня (т.е. косинус) на 15%, а широту  $\varphi$  – на 30%. Величину  $\delta$  можно с достаточной точностью определить, пользуясь таблицей годовых склонений  $\delta$  или номограммой (рис. 3).

Чтобы учесть сезонное изменение углового диаметра Солнца, можно вместо 2 в формуле (3) использовать множитель  $4D$ . Таким образом, имеем окончательную формулу без учёта рефракции:

$$\varphi = \arccos \left( \sqrt{\left( \frac{4D}{\Delta t} \right)^2 + \sin^2 \delta} \right). \quad (4)$$

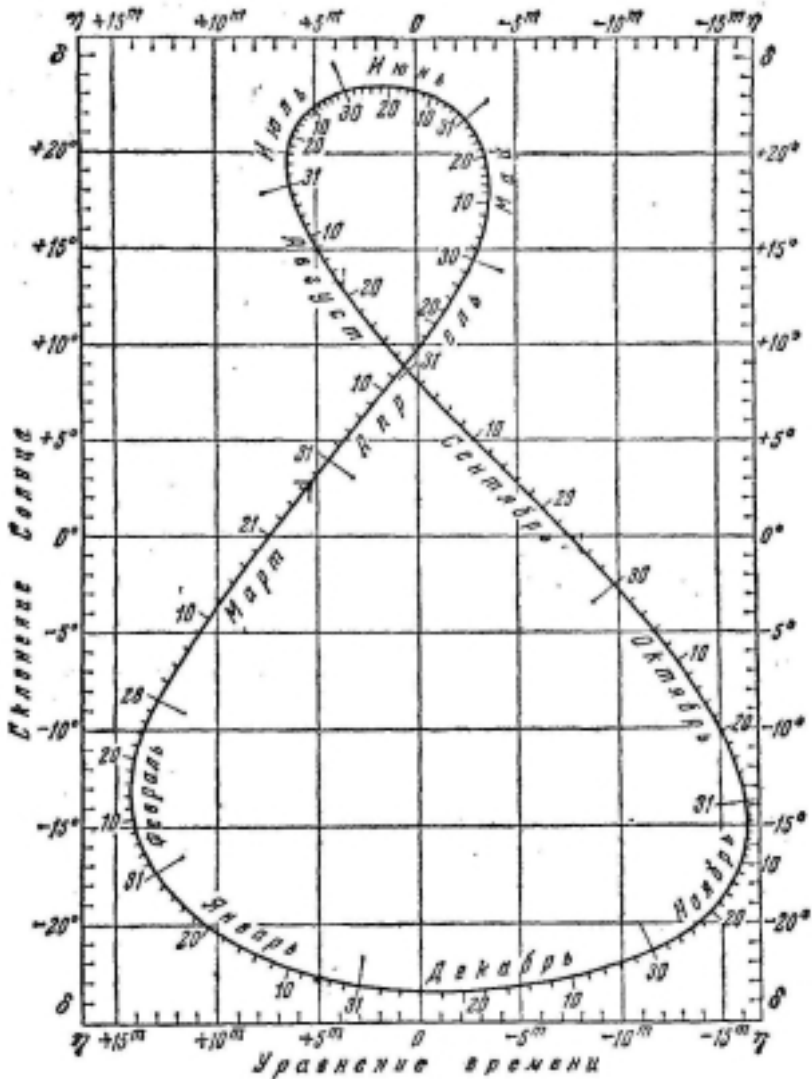


Рис. 3. Номограмма для определения склонения Солнца и уравнения времени в разные дни года [6]

При этом в отсутствие компьютера расчёт широты по формуле (4) удобно проводить с помощью простой программы для калькуляторов МК-61, МК-52 и им подобным: ПХа,  $\div$ ,  $F1/x$ ,  $\uparrow$ , 4,  $\times$ ,  $Fx^2$ , ПХб,  $F \sin$ ,  $Fx^2$ ,  $+$ ,  $F\sqrt{\quad}$ ,  $F \cos^{-1}$ , СП. В ячейку памяти **a** заносится текущий диаметр Солнца  $D$  в градусах, в ячейку **b** – текущее значение склонения  $\delta$  в градусах. В регистр X заносят величину  $\Delta t$ . Запуск программы осуществляется нажатием клавиш ВО и СП (счёт длится 7 с, см. также простую Pascal-программу в конце статьи для компьютера, которую легко переделать в Matlab-программу или любую другую на языке высокого уровня).

Можно показать, что годичное движение Солнца вдоль эклиптики в сторону, противоположную суточному ходу, за время прохождения линии горизонта (3–4 мин.) учитывать не нужно. Действительно, за сутки Солнце вдоль эклиптики совершает путь среди звёзд, равный примерно  $1^\circ$ , т.е.  $2D$ . С другой стороны, 3,5 мин. по отношению к 24 часам составляет  $1/411$  часть. Таким образом, сдвиг Солнца за время прохождения горизонта составит всего лишь 0,5% от его диаметра. В табл. 1 представлены сезонные зависимости величины  $D$ , которые, вместе с измеренными  $\Delta t$  и  $\delta$  (рис. 3), позволяют на основе (4) произвести расчёт широты  $\varphi$  с точностью 10-50 км вдоль меридиана. Успех в значительной мере зависит от определения  $\Delta t$ , т.к. ошибка в несколько секунд даёт весьма ощутимый вклад в общую погрешность. Данные табл. 1 рассчитаны с помощью компьютерной программы [3]. Последняя позволяет также уточнить и склонение  $\delta$  на момент наблюдений.

Выведем теперь и несколько более громоздкую, чем (4), формулу, в которой выполняется учёт рефракции лучей при закате. Для этого в выражении (2а) следует учесть  $\rho \neq 0$  (в силу малости  $\rho$  принимаем  $\cos \rho = 1$ ):

$$\cos A = \frac{-\sin \delta}{\cos \varphi} - \operatorname{tg} \rho \cdot \operatorname{tg} \varphi .$$

Тогда, поступая так же, как и ранее, и отбрасывая слагаемые более высокого порядка малости, получаем квадратное уравнение:

$$\sin^2 \varphi + 2tg\rho \sin \delta \sin \varphi + \left(\frac{4D}{\Delta t}\right)^2 - \cos^2 \delta = 0,$$

из которого следует искомое решение:

$$\varphi = \arcsin \left( \sqrt{\cos^2 \delta - \left(\frac{4D}{\Delta t}\right)^2} - tg\rho \cdot \sin \delta \right), \quad (4a)$$

причём в горизонте  $tg \rho = tg (35') = 10^{-2}$ . Можно убедиться, что при  $\rho = 0$  формула (4a) совпадает с (4). Для этого нужно, приравняв их правые части и добавив к ним по  $\frac{\pi}{2}$ , взять  $\sin$  от обеих частей.

(Теперь соответствующая модификация программы для МК-61 выглядит так: ПХа,  $\div$ , F1/x,  $\uparrow$ , 4,  $\times$ ,  $Fx^2$ , ПХб,  $F \cos$ ,  $Fx^2$ ,  $\leftrightarrow$ ,  $-$ ,  $F\sqrt{\quad}$ , ПХс,  $F \operatorname{tg}$ , ПХб,  $F \sin$ ,  $\times$ ,  $-$ ,  $F \sin^{-1}$ , СП. При этом перед запуском в ячейку с заносится дополнительно угол рефракции  $\rho$  в градусах).

Формула (4a) даёт возможность рассчитать широту более точно, чем (4), если линия горизонта хорошо просматривается. В действительности на сухопутной местности как правило приходится проводить измерения при  $h > 0$ , поэтому выбор простой формулы (4) может оказаться более предпочтительным (см. табл. 3). Теоретический расчёт влияния рефракции на разных высотах оказывается достаточно громоздким, поэтому вопрос о зависимости  $\varphi$  от  $h$  мы проясним с помощью прямых наблюдений. При этом для небольших высот над горизонтом, как будет показано, удобно пользоваться (4a), учтя уменьшение средней величины  $\rho$  (например, из табл. 20 [1], стр. 662).

### Эксперимент

Как известно, практическая точность определения заката, т.е. момента времени, когда скрывается за линией горизонта верхний край диска, или восхода Солнца (появление верхнего края диска) на пересечённой местности оказывается невысокой. Она составляет величину, редко превышающую 1 мин. (на море или в степи она оказывается существенно выше). Точность измерения  $\Delta t$  прохождения диска через любую горизонтальную линию, близкую линии горизонта, значительно выше. Чтобы аккуратно проверить адекватность формул (4, 4a), воспользуемся го-

горизонтальной линии сетки пятисекундного теодолита ТТ4, в который будем наблюдать закат Солнца (или его восход) в различные сезоны года. При этом удаётся фиксировать момент касания горизонтальной линии известной высоты с точностью не хуже 1 секунды (время). Таким образом, хорошо отгоризонтированный теодолит позволит определить время прохождения горизонтальной линии с точностью 1-2 секунды. Понятно, что без такого прибора точность определения  $\Delta t$  может упасть в несколько раз даже в условиях прекрасной видимости.

Проиллюстрируем эти оценки конкретными наблюдениями. Прежде всего, установим применимость формулы (4) в зависимости от высоты  $h$ , на которой проводятся наблюдения и измерения величины  $\Delta t$ . В табл. 2 приведены данные соответствующих наблюдений на дату 28 июля 2001 года в пункте с географической широтой  $49^{\circ}25,4'$  (г. Черкассы). Последняя устанавливалась из наблюдений за Полярной звездой, экваториальные координаты для которой известны с хорошей точностью [5]. Результаты даются в сравнение с теоретическими компьютерными расчётами [3]. Как видим из табл. 2, функция  $\Delta t = \Delta t(t)$ , где  $t$  – время наблюдений, всё время монотонно растёт, причём наиболее точное значение широты получается вблизи истинного  $h=0$  (рефракция не учитывалась) нижнего края солнечного диска на начало измерения  $\Delta t$ .

Табл. 2. Зависимость времени прохождения горизонтальной линии  $\Delta t$  от её высоты  $h$  вблизи горизонта на дату 28.07.2001 в точке с  $\varphi=49,423^{\circ}=49^{\circ}25,4'$ . Ошибка 1' составляет 1 морскую милю смещения вдоль меридиана (1852 м).

Время (Киев)	Высота $h$ , °	$\Delta t$ , мин.	$\delta$	$D$ , °	$\varphi_{\text{ЭКСП}}$	$\varphi_{\text{ТЕОР}}$	Ошибка (ЭКСП.)
18-46	16	3,3	$18^{\circ}51,9'$	0,5241	$44,53^{\circ}$	$44,3^{\circ}$	544 км
19-15	11,5	3,37	$18^{\circ}51,6'$	0,5241	$45,58^{\circ}$	-	427 км
19-41	7,5	3,48	$18^{\circ}51,4'$	0,5241	$46,87^{\circ}$	$46,3^{\circ}$	284 км
20-08	3,5	3,64	$18^{\circ}51,1'$	0,5241	$48,67^{\circ}$	-	84 км
20-22	1,5	3,737	$18^{\circ}51,0'$	0,5241	$49,65^{\circ}$	$48,78^{\circ}$	25 км
	0*	3,717	$18^{\circ}51,0'$	0,5241		$49,425$	0,2 км

\*) истинная высота Солнца (расчёт с исп. [3]), все предыдущие высоты даны приблизительно и без учёта рефракции.

Для результатов теодолитных наблюдений условие  $h=0$  можно получить экстраполяцией (см. рис. 4). Однако при этом следует учитывать рефракцию, составляющую в горизонте  $35'$  [1] (рис. 5). Отметим, что при наличии одних лишь часов остаётся воспользоваться здравым смыслом и определённой сноровкой, которая вырабатывается в процессе тренировок.

Солнце 28.07.2001, Черкассы

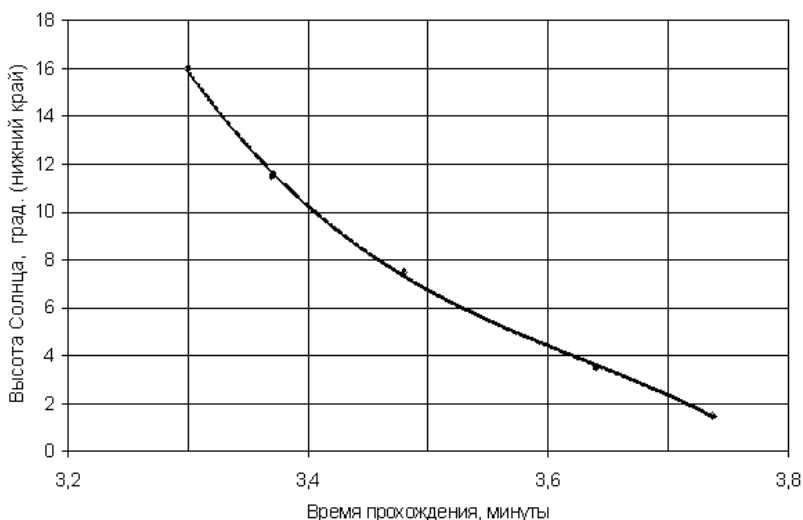


Рис. 4. Зависимость времени  $\Delta t$  от высоты средней горизонтальной линии  $h$

Рассмотрим теперь данные наблюдений (как ручных, так и теодолитных, а также компьютерные расчёты), проводившихся в различные сезоны года и представленных в табл. 3. В скобках указана ошибка относительно истинной широты в километрах. В примечаниях указаны времена прохождения выбранной горизонтальной линии теодолита. Значительность ошибки определения широты указывает на неоптимальность измерений  $\Delta t$  – их начало не соответствует удачному положению нижнего края диска. Из табл. 3 также видно, что применение более точной формулы (4а) в сухопутной местности далеко не всегда приводит к лучшему результату, т.к. трудно найти линию истинного горизонта, а точное знание высоты используемой горизонтальной линии, как

правило, неизвестно. Можно отметить, что высота истинного горизонта зависит ещё и от высоты наблюдателя [2]. (Например, с высоты 2 м истинный горизонт на Земле выше видимого на 2,5', при 20 м уже имеем 8', при 100 м – 18', 500 м – 40', 1 км – 56', 10 км – 3° и т.д.).

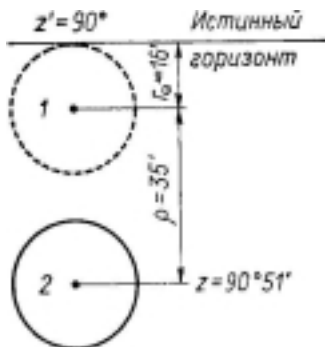


Рис. 5. Видимое (1) и истинное (2) положение Солнца в моменты его восхода и захода вследствие влияния атмосферной рефракции лучей. Показан момент окончания измерений  $\Delta t$  на закате. На начало определения  $\Delta t$  видимое положение Солнца будет строго над горизонтом, а истинное примерно соответствует точке (1)

Табл. 3. Результаты определения широты по времени заката для некоторых дат.

Дата	Вручную, формула (4)	Теодолит, формула (4)	Компьютер (истинная $h \approx 0$ )	Теодолит, формула (4а)
7.03	50,49° (118 км)	50,08° (73 км)	49,534° (12 км)	
30.03	49,66° (20 км)	49,22° (20 км)	49,66° (20 км)	
31.03		49,13° (32 км)	49,497° (8 км)	
1.04	48,57° (80 км)	49,17° (25 км)	49,44° (1 км)	
3.04		49,31° (10 км)		
17.05		49,195° (25 км)		
13.06		48,93° (50 км)		
22.06		49,1° (38 км)		
13.07		49,077° (38 км)		48,76 (74 км)
21.07		49,089° (37 км)	49,4° (2,5 км)	48,80 (69 км)
28.07		49,65° (25 км)	49,425 (0,2 км)	49,27° (17 км)
1.08		49,6° (20 км)		49,34° (9 км)
3.08	Восход	49,45° (2,5 км)		49,27° (17 км)



В завершение рассмотрим один характерный пример теодолитных наблюдений 1.08.2001 (при этом  $D=0,5243$ ;  $\delta=17^{\circ}51,5'$ ). Итак, на высоте  $h=1^{\circ}2'$  в 20 час. 23 мин. 30 сек. киевского времени было получено  $\Delta t=3$  мин. 40,8 сек.

Беря среднюю рефракцию  $\rho=33'$  (т.е. считая  $h=0$ ), с помощью формулы (4а) получаем  $\varphi=49,340^{\circ}$ . Это даёт ошибку 9 км южнее. Если же учесть, что средняя рефракция при  $h=1^{\circ}$  равна  $23'$  [1], получим  $\varphi=49,42^{\circ}$ . Это означает лишь небольшую ошибку 0.45 км. Отметим, что, грубо взяв  $\rho=0$ , т.е. когда формулы (4) и (4а) совпадают, будем иметь ошибку 20 км севернее ( $\varphi=49,6^{\circ}$ ).

Рассмотренные результаты вполне применимы и к восходу Солнца, т.к. по отношению к процедуре определения  $\Delta t$  имеем полностью симметричную ситуацию: обращённый во времени закат – это восход (см. пример в конце табл. 3). Таким образом, если видимость заката и линии горизонта хорошая (море, степь в безоблачный день), для большей точности предпочтительнее пользоваться формулой (4а). Интересно отметить, что (4) даёт в горизонте завышенный результат по широте, в то время как для (4а) при  $\rho=33'$  и  $h \geq 0$  он всегда занижен, т.е. истина находится посередине.

### Выводы

Рассмотренные выше расчёты и данные наблюдений убедительно показывают, что даже в условиях отсутствия угломерных инструментов можно, воспользовавшись часами с секундной стрелкой, определить свою широту по времени заката или восхода Солнца. При этом ошибка может составить, в зависимости от условий наблюдений и тщательности обработки, величину порядка десяти километров. Более того, в данной ситуации даже отсутствие часов не является критичным, если не требуется высокая точность. Зная свой рост, наблюдатель может изготовить маятник, период малых колебаний  $T$  которого определяется с помощью простой формулы:  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ , где  $l$  – длина нити,  $g$  – ускорение свободного падения. С его помощью величина  $\Delta t$  также может быть определена с достаточно хорошей точностью. Таким образом, наиболее необходимым инструментом является калькулятор, логарифмическая линейка, или, в крайнем случае, таблицы корней и тригонометрических функций (например, школьные таблицы Брадиса). Отправляясь в поход, можно также

заранее изготовить готовые таблицы зависимости широты  $\varphi$  от времени  $\Delta t$  (для данных широт и времени года).

В заключение представляется важным подчеркнуть значимость предложенной методики не только как иллюстрации возможностей науки в процессе обучения современному научному методу, сочетающему теоретический и экспериментальный подходы, но и как практически ценного средства ориентировки на местности в условиях дефицита помощи извне.

В заключение автор выражает большую признательность А.Р. Казачкову, А.А. Грецкому и М.В. Марушаку за живой интерес, полезные дискуссии и помощь в работе.

### Приложение

Программа расчёта широты на ПК (Pascal)

```
!Program sunset;
!var data,mesyats,god,vremya1:integer;
! x,y,del,d,dt,fi,ro,r,osh,km,vremya2:real;
!begin
! data:=27; mesyats:=10; god:=2001; vremya1:=17;
vremya2:=27;
!d:=0.5366; {текущий диаметр Солнца}
!dt:=3.0+33.6/60; {время прохождения через линию вблизи
горизонта}
!del:=- (12.0+57.1/60);{склонение Солнца на момент наблю-
дений}
!ro:=20; {угол рефракции в мин, в горизонте 35'}
!r:=ro/60*pi/180;
!x:=sqrt(-sqr(4*d/dt)+cos(del*pi/180)*cos(del*pi/180))-
sin(del*pi/180)*
! sin(r)/cos(r);
!y:=sqrt(1-x*x);
!fi:=arctan(x/y)*180/pi;
!osh:=fi-49.423; km:=osh*60*1.852;
!writeln('_____');
!writeln('дата: ',data,',mesyats,',',god,' время заката: ',vremya1,
! ' час. ',vremya2:4:1,' мин. ');
!writeln('_____');
!writeln('длит.заката=',dt:5:2,' мин.',', широта= ',fi:5:3,' град');
!writeln('(диам.диска= ',d:5:4,' гр;',', склон. Солнца=',del:6:3,
```

```
' гр, рефр.=',ro:3:1,' уг.мин');  
'writeln('ошибка= ',osh:6:3,' град ',(т.е. ',km:4:1,' км вдоль ме-  
ридиана));  
'readln;  
'end.
```

#### Литература

1. Бронштэн В.А., Воронцов-Вельяминов Б.А., Куликовский П.Г., Куницкий Р.В. Астрономический календарь. Постоянная часть. – М.: Физматгиз, 1962. – 772 с.
2. Дагаев М.М., Дёмин В.Г., Климишин И.А., Чаругин В.М. Астрономия. – М.: Просвещение, 1983.
3. Jone Walker. Home Planet for Windows. Release 3.0 – February 1997 ([http:// www.fourmilab.ch/](http://www.fourmilab.ch/)).
4. Памятка лётному экипажу по действиям после вынужденного приземления в безлюдной местности или приводнения. – М.: Воениздат, 1976.
5. Пономарёв Д.Н., Чурюмов К.И. Атлас и карты звёздного неба 2000. (под ред. Л.И.Беляева, М.А.Федосова). – М.: ВАГО, 1991.
6. Климишин И.А. Календарь и хронология. – М.: Наука, 1990.
7. N.N. Zholonko, P.M. Pombo, A.R. Kazachkov. Watching Sunsets. Book of Abstracts 6<sup>th</sup> International Conference on Teaching Astronomy (Vilanova i la Geltru, Spain, November, 2000).

# ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

М.І. Задорожній

с. Новоюлівка, Новоюлівська середня школа

## 1. Інформаційні технології навчання

Технологія розв'язування фізичних задач одержана за допомогою інформаційних технологій, під якими слід розуміти не тільки використання комп'ютерної техніки та програмного забезпечення, а, в першу чергу, застосування принципів, законів, властивостей, понять інформатики та програмування для глибокого та повного аналізу

- структури навчальної інформації;
- навчального процесу в цілому та його окремих елементів;
- умов та факторів, які впливають на результативність навчання учнів та студентів.

Окремі елементи такого аналізу наведено в [1]. Технологія розв'язування фізичних задач є складовою частиною інформаційних технологій навчання [3], необхідність яких обґрунтована в [1], приклади застосування наведено в [1, 4].

Основою технології є алгоритм розв'язування фізичних задач, описаний в [1, 2]. Таблиця алгоритму містить кроки, які використовуються при розв'язуванні фізичних задач різних типів. Таблиця типів фізичних задач наведена в [2]. Ці кроки в таблиці алгоритму розділені на шість етапів та чотири рівні складності. Ця таблиця постійно змінюється та доповнюється і зараз містить 47 різних кроків.

Складовими частинами технології розв'язування фізичних задач також є:

- опис та приклади застосування кожного кроку алгоритму;
- теоретичні відомості та довідковий матеріал, необхідний для –
- використання окремих кроків алгоритму;
- відомості про фізичні явища, систематизовані за схемою: явища – тіла, – механізми – властивості – закони – величини – формули;
- система оцінювання знань на основі рівнів інтелектуального розвитку учнів, наведених в [3].

Метою технології розв'язування фізичних задач є: впорядку-

вання способів розв'язування задач різних типів; підвищення ефективності цих способів; зменшення навчального перевантаження; розвиток інтелекту учнів та студентів.

## **2. Етапи розв'язування фізичних задач**

*I етап – Явища.* На цьому етапі вивчається та аналізується умова задачі, визначаються явища, що описані в задачі, їх послідовність, взаємодія, найважливіші властивості та формули. Явища можна визначити за текстом задачі, за графіком, за рівнянням. За необхідності на цьому етапі виконується малюнок та вводяться позначення величин.

Важко переоцінити значення цього етапу для розв'язування задач. В стандартних задачах, де описується одне фізичне явище, можна вгадати формули, за якими обчислюється значення шуканої величини. Якщо в задачі є кілька явищ, тоді і відомі значення величин відносяться до різних явищ. Не знаючи точно яка величина яке фізичне явище характеризує, одержують неправильний розв'язок задачі.

*II етап – Величини.* Тут необхідно визначити відомі значення фізичних величин та величини, значення яких треба знайти за умовою задачі. В найпростішому випадку назва фізичної величини вказана в тексті задачі. Але бувають випадки, коли її назву треба визначити за одиницями вимірювання, а значення за текстом задачі, за малюнком, за рівнянням або за графіком. Також в умовах задач можуть бути не тільки значення величин, а й їх співвідношення, без яких задача не розв'язується. На цьому етапі є важливим повний запис назви фізичної величини та явища чи тіла, властивість якого вона характеризує. Цей прийом дає можливість уникнути багатьох помилок при розв'язуванні складніших задач.

*III етап – Формули.* На цьому етапі вибираються або складаються формули для обчислення величин, записуються та розв'язуються рівняння, виконується підстановка виразів та інші алгебраїчні перетворення.

Найбільш важливим є знання не тільки формул та законів фізики, а й умов їх застосування. Для правильного розв'язування задачі необхідно знати, для яких явищ та при яких умовах застосовується та чи інша формула.

*IV етап – Вимірювання.* Цей етап застосовується лише при

розв'язуванні експериментальних задач для вимірювання фізичних величин, необхідних для обчислення шуканої величини.

Тут потрібні знання вимірювальних засобів та способів вимірювання різних фізичних величин та різних видів похибок, способів їх обчислення та зменшення при вимірюваннях.

*V етап – Обчислення.* На цьому етапі виконуються перетворення значень фізичних величин в основні одиниці СІ, визначаються значення величин за таблицями, виконуються різні види обчислень, дії з одиницями фізичних величин та векторами, обчислюються похибки.

Тут найбільш важливим є знання різних способів усного обчислення, округлення чисел, виконання дій зі степенями.

*VI етап – Відповідь.* Це завершальний етап розв'язування задачі. Він може містити не тільки значення величин, а й фізичні явища, які відбуваються за умовою задачі, формули для обчислення величин, рівняння різних процесів та явищ, графіки залежності величин. В окремих випадках розв'язок задачі не дає однозначної відповіді на поставлене запитання, тому тут необхідно проаналізувати результат в залежності від варіантів умов задачі.

### **3. Рівні складності фізичних задач**

Рівні складності задач визначено за кількістю та складністю кроків, необхідних для розв'язування фізичної задачі та кількістю фізичних явищ, описаних в задачі, і відповідають чотирьом рівням інтелектуального розвитку учнів.

*Нульовий рівень* – це рівень фрагментарних знань. На цьому рівні учні знають лише окремі елементи знань, не вміють самостійно відтворити їх повністю. Цей рівень знань недостатній для розв'язування фізичних задач. На цьому рівні учні можуть розв'язувати лише окремі вправи.

*Перший рівень* – репродуктивний. На цьому рівні учні самостійно відтворюють знання. Тут учні розв'язують лише стандартні задачі, тобто такі, в яких описується лише одне фізичне явище, та для розв'язування застосовуються 1-2 стандартних законів та формул.

*Другий рівень* – аналітичний. На цьому рівні учні вміють аналізувати, систематизувати, порівнювати окремі елементи знань. Тут учні розв'язують стандартні задачі, які потребують для свого розв'язування кількох формул; задачі, що описують

кілька однакових фізичних явищ і потребують запису стандартних формул для кожного випадку; і, нарешті, задачі з кількома різними фізичними явищами, що об'єднуються одним фізичним законом.

*Третій рівень* – це творчий рівень. На цьому рівні учні вміють самостійно одержувати нові для себе елементи знань. Тут учні розв'язують стандартні задачі, що потребують складних математичних перетворень та дій; задачі на кілька фізичних явищ, що потребують складання нестандартних формул; задачі на застосування явищ в умовах, що не вивчалися в теоретичній частині курсу фізики.

#### Література

1. Задорожній М.І. Інформаційні технології навчання в загальноосвітній школі // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освітній діяльності. – Кривий Ріг: Вид. відділ КДПУ, 1999. – С. 158–168.
2. Задорожній М.І. Алгоритм розв'язування фізичних задач для комп'ютера та учнів // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в природничих науках: Зб. наук. праць. – Кривий Ріг: Вид. відділ КДПУ, 2000. – С. 350-356.
3. Задорожній М.І. Навчання з точки зору інформаційних технологій // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць: в 3-х томах. – Кривий Ріг: Вид. відділ КДПУ, 2001. – Т.3: Теорія та методика навчання інформатики. – С. 60–64.
4. Задорожній М.І., Задорожній О.М. Обчислення лабораторних робіт з фізики за допомогою електронних таблиць // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць: в 3-х томах. – Кривий Ріг: Вид. відділ КДПУ, 2001.– Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 133–135.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРА ПРИ ИЗУЧЕНИИ АСТРОНОМИИ

А.Б. Захарова, Ю.А. Курбатов, Н.И. Зеленкова  
г. Кривой Рог, Криворожский государственный педагогический  
университет

Курс астрономии завершает не только физико-математическое образование, но и несет в себе определенный общенаучный и культурный потенциал. Астрономия является завершающей философской и мировоззренческой дисциплиной, и ее преподавание есть необходимость для качественного полноценного естественнонаучного образования.

Одним из основных направлений развития современного школьного и вузовского образования является внедрение в учебный процесс компьютерных форм обучения – информационных технологий. В связи с этим происходит стремительный рост числа обучающих программ по различным дисциплинам школьных и вузовских программ, начиная от обучающих комплексов по иностранным языкам, и заканчивая моделированием сложных квантово-механических явлений.

Учебные программы по астрономии имеют специфические черты, обусловленные предметом астрономии, а также уникальной мировоззренческой ролью этого предмета в системе образования, когда в ходе его изучения происходит привлечение и систематизация знаний из различных дисциплин. Поэтому преподавателями и методистами предъявляются особые требования к компьютерным обучающим программам по астрономии: *максимальное использование мультимедийных возможностей современных ПК, сочетание высокой наглядности и динамичности в подаче теории*. Кроме этого, нельзя не учитывать базовые дидактические принципы обучения, такие как следование от простого к сложному, широкое использование внутри- и межпредметных связей в изложении учебного материала и др. Немаловажным критерием обучающей системы по любому предмету, в том числе и по астрономии, является возможность динамической адаптации продукта к неповторимому стилю работы каждого преподавателя, к индивидуальным особенностям учащегося или



ученической группы, т.е. *предоставление преподавателю инструментов для самостоятельной донстройки программного продукта.*

В данной статье будет рассмотрено один из примеров обучающих программ по астрономии; вопрос будет касаться **солнечных затмений.**

**Астрономически** солнечные затмения происходят, когда Луна при своем движении вокруг Солнца полностью или частично заслоняет Солнце (рис. 1). Видимые диаметры Солнца и Луны почти одинаковы, поэтому Луна заслоняет Солнце полностью. Но видно это с Земли в полосе полной фазы. По обе стороны полосы полной фазы наблюдается частное солнечное затмение.



Рис. 1. Солнечное затмение

Ширина полосы полной фазы солнечного затмения и его продолжительность зависят от взаимных расстояний Солнца, Земли и Луны. Вследствие изменения расстояний видимый угловой диаметр Луны тоже меняется. Когда он чуть больше солнечного, полное затмение может длиться до 7,5 мин, когда равен, то одно мгновение, если же он меньше, то Луна вообще не закрывает Солнца полностью. В последнем случае происходит кольцеобразное затмение: вокруг темного лунного диска видно узкое яркое солнечное кольцо.

Если диск Солнца полностью закрывается диском Луны, то затмение называют *полным*. Во время полного солнечного затмения Солнце имеет вид черного диска, окруженного сиянием (коронай). Дневной свет настолько ослабевает, что иногда можно видеть на небе звезды. В перигее Луна бывает ближе к Земле на 21 000 км от среднего расстояния, в апогее – дальше на 21 000 км. От этого изменяется угловые размеры Луны. Если угловой диаметр диска Луны (около  $0,5^\circ$ ) оказывается немного меньше углового диаметра диска Солнца (около  $0,5^\circ$ ), то в момент максимальной фазы затмения от Солнца остается видимым яркое узкое кольцо. Такое затмение называется *кольцеобразным*

(рис. 2). И, наконец, Солнце может не полностью скрываться за диском Луны из-за несовпадения их центров на небе. Такое затмение называется *частным*. Наблюдать такое красивое образование, как солнечная корона, можно лишь во время полных затмений.



Рис. 2. Кольцеобразное солнечное затмение

Во время полного солнечного затмения Солнце имеет вид черного диска, окруженного сиянием (коронай). Дневной свет настолько ослабевает, что иногда можно видеть на небе звезды.

Солнечное затмение происходит в новолуние, а лунное – в полнолуние. Чаще всего в году бывает два лунных и два солнечных затмения. Максимально возможное число затмений – семь. Через определенный промежуток времени лунные, и солнечные затмения повторяются в том же порядке. Этот промежуток был назван *саросом*, что в переводе с египетского означает – повторение. Сарос составляет примерно 18 лет, 11 дней. В течение каждого сароса происходит 70 затмений, из них 42 солнечных и 28 лунных. Полные солнечные затмения с определенной местности наблюдаются реже, чем лунные, один раз в 200-300 лет.

Солнечное затмение начинается с восходом Солнца в западных районах земной поверхности и заканчивается в восточных районах при заходе Солнца. Обычно полное солнечное затмение длится несколько минут (наибольшая продолжительность полного солнечного затмения 7 мин 29 с будет 16 июля 2186 года).

Разработанная программа по дате новолуния рассчитывает полосу полной фазы и продолжительность полного или кольцеобразного затмения.

Ядром программы является функция, вычисляющая по геоцентрическим координатам Солнца и Луны точки пересечения оси лунной тени с земной поверхностью. Также вычисляются диаметры тени и полутени, из которых определяются соответст-

вующие фазы затмения.

Программа запрашивает дату новолуния, разность между Всемирным и эфемеридным временем и размер шага при выводе данных. Величина  $\Delta T = ET - UT$  известна только для предшествующего времени и на будущее может лишь оцениваться. Обычно при вычислении затмений полагается  $ET - UT = 0$ . Вычисленные координаты точек линии центрального затмения смещены по долготе относительно их истинных значений – разница соответствует повороту Земли за время  $\Delta T$ . Если  $\lambda$  – вычисленная долгота (возрастающая к востоку), истинная долгота равна:  $\lambda = \lambda' + 0.25/^m\Delta T$ .

В настоящее время величина  $\Delta T \approx 1^m$ , и координаты, вычисленные в предположении  $\Delta T = 0$ ,  $\Delta T = 0$ , соответствует точкам, лежащим примерно на  $1/4^\circ$  восточнее. На экваторе это соответствует примерно 28 км.

*Календарь полных солнечных затмений 2003-2008*

Дата	Год	Макс. длит.	Места на Земле, откуда видна полная фаза
23 ноября	2003 г.	1 м 57 с	Антарктида
8 апреля	2005 г.	0 м 46 с	Тихий океан, Южная Америка
29 марта	2006 г.	4 м 11 с	Атлантический океан, Африка, Сев. Кавказ, Казахстан, юго-зап. Сибирь
1 августа	2008 г.	2 м 30 с	Сев. Ледовитый Океан, Западная Сибирь, Китай

Для примера рассчитаем время полного затмения 21 августа 2017 года, путь тени может быть определен также. Для этого введем полученную ранее дату новолуния, размер шага вывода данных в минутах и разницу между эфемеридным и Всемирным временем. Для вычисляемого затмения примем последнюю величину равной 80 секундам.

Ввод данных:

```
Date of New Moon (yyyy mm dd hh.h)    ... 2017 08 21 18.5
Output step size (min)                 ... 1
Difference ET-UT (sec)                  ... 80
```

Date	UT h m	Phi o ' ,	Lambda o ' ,	Durat min	Phase
2017/08/21	15:47	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:48	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:49	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:50	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:51	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:52	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:53	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:54	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:55	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:56	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:57	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:58	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	15:59	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	16:00	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	16:01	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	16:02	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	16:03	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	16:04	-- --	-- --	---	partial
2017/08/21	16:05	-- --	-- --	---	partial

Полученный результат (в сокращенном варианте).

Литература:

1. Монтенбрук О., Пфлегер Т. Астрономия на персональном компьютере (+CD). – СПб.: Питер, 2002. – 320с.: ил.
2. Шишаков В.А. Солнечное затмение. – М.: Изд-во «Знание», 1966.

## МЕТОДИКА НАВЧАННЯ З ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ У ТЕХНІЧНОМУ ВНЗ

В.П. Іващенко, В.О. Єрмократьєв, Ю.А. Мушенков  
м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України

Термін «механіка» був ужитий вперше в III в. до н.е. одним з учнів Аристотеля при вивченні явищ, у яких «менше перемагає більше», як, наприклад, при підйомі вантажу за допомогою важеля. У буквальному перекладі з грецької слово «механіка» означає «хитрість, хитрування». У цей час механікою називається наука про механічний рух і механічну взаємодію матеріальних тіл. Таким чином, це одна із самих древніх наук, необхідних людству, тому що вона покликана вирішувати складні технічні задачі. Ці задачі і вимоги наукового прогресу ставили і ставлять у першу чергу розробку наукових основ механіки, необхідної для фізики, астрономії і техніки.

Наукову основу механіки складає теоретична (класична) механіка, основи якої заклали Г. Галілей і І. Ньютон, який ставив своєю метою «вивести з явищ два чи три загальних принципи руху і потім викласти, як з цих ясних принципів випливають властивості і дії всіх матеріальних предметів, от що було б великим кроком вперед в фізиці, хоча б причини цих принципів і не були відкриті». Саме теоретична механіка є тим розділом механіки, у якому викладаються основні закони і принципи цієї науки і вивчаються загальні властивості руху механічних систем.

*Теоретична механіка – наука про вивчення і дослідження математичних моделей механічної взаємодії і механічного руху матеріальних тіл.*

Тому теоретична (класична) механіка – це фундаментальна дисципліна фізико-математичного циклу, що є базою й основою прогресу сучасної техніки. Знання, придбані при вивченні цієї дисципліни, потім широко використовуються при вивченні, насамперед, таких дисциплін як опір матеріалів, теорія механізмів і машин, деталі машин й інших механічних і немеханічних дисциплін. Одне перерахування тих технічних дисциплін, що спираються на теоретичну механіку і користаються її методами і результатами, показує яка велика галузь її застосування.

Однак вивчення цієї тонкої і витонченої дисципліни, якою є теоретична механіка, у багатьох студентів ВТНЗ викликає великі труднощі. Причин тут досить багато, але головними є, на наш погляд, такі.

По-перше, вивчення теоретичної механіки у ВНЗ починається з другого семестру, коли студенти ще майже не знайомі з елементами конструкцій і деталями машин. Тому багато хто з них із труднощами сприймають розрахункові схеми, що представляють умовні позначки реальних конструкцій і машин. У результаті вони погано орієнтуються в досліджуваному матеріалі й особливо при вирішенні задач механіки.

По-друге, знайомство з основними визначеннями, аксіомами і принципами механіки у тому віці, коли людина не може поставитися до них критично, приводить у більшості випадків до формального завчання навчального матеріалу. Ясно, що це не сприяє добротному засвоєнню і творчому застосуванню отриманих знань.

По-третє, у переважній більшості підручників по теоретичній механіці автори вважають, що основні положення механіки вже добре відомі і тому особливо на них не зупиняються, і не дають критичного аналізу цих основ механіки, а розвивають чисто формальний апарат без з'ясування механічної сутності розглянутих явищ.

По-четверте, слабка математична підготовка більшості студентів не дозволяє повною мірою використовувати математичний апарат при вивченні і дослідженні математичних моделей механічної взаємодії і механічного руху матеріальних тіл.

І, нарешті, по-п'яте, короткий термін навчання з дисципліни «Теоретична механіка». Студенти деяких спеціальностей, особливо металургійних, вивчають цю дисципліну усього один семестр (54 години: 18 годин лекцій, 18 годин практичних занять і 18 годин лабораторних занять). Очевидно, що за такий короткий термін дуже важко засвоїти необхідний навчальний матеріал.

З огляду на ці негативні фактори при вивченні дисципліни «Теоретична механіка», кафедра теоретичної механіки НМетАУ намагається зменшити їх вплив на навчальний процес.

По-перше, з перших днів занять на лекціях і практичних заняттях докладно розтлумачуються основні положення механіки.

При цьому до студентів ставляться вимоги глибокого їх розуміння, а не формального завчання. Акцент робиться на практичне застосування отриманих знань по теоретичній механіці.

По-друге, на заняттях широко використовуються різні механізми і конструкції. Це дає можливість студентам легше переходити від абстрактних схем до реальних об'єктів і навпаки.

По-третє, на кафедрі теоретичної механіки є лабораторія, у якій досліджуються найпростіші види руху матеріальних тіл, такі, наприклад, як рух матеріальних тіл в опірних середовищах, вільні і змушені коливання фізичного маятника, криволінійний рух тіла в полі тяжіння з урахуванням опору повітря, динамічне врівноважування і т.п. Усе це дозволяє студентам практично застосовувати отримані знання і проводити дослідження.

По-четверте, налагоджене тісне співробітництво з випускаючими кафедрами академії, що дозволяє враховувати потреби даної спеціальності, її специфіку і відповідно підбирати необхідний для вивчення матеріал по дисципліні «Теоретична механіка».

По-п'яте, з ініціативи кафедри теоретичної механіки НМетАУ, починаючи з 1999 року, регулярно проводяться міські олімпіади по теоретичній механіці серед студентів м. Дніпропетровська. Тут не тільки виявляються кращі студенти, але і відбуваються між ними ділові і дружні контакти, обмін думками. Викладачі теоретичної механіки різних ВНЗ міста при цьому обмінюються досвідом, що сприяє поліпшенню методики викладання цієї дисципліни.

В-шостих, також з ініціативи кафедри теоретичної механіки у НМетАУ організований загальноміський студентський науково-методичний семінар по теоретичній механіці, на якому з науковими доповідями виступають студенти різних ВНЗ. Природно, що це сприяє поглибленому вивченню теоретичної механіки і викликає великий інтерес у студентів. У той же час це накладає велику відповідальність на викладачів кафедри, що організує цей семінар, і викладачів інших ВНЗ по підбору та якості наукових доповідей.

Завдяки постійній увазі з боку ректорату академії і деканату механіко-машинобудівного факультету кафедра має у своєму розпорядженні два комп'ютерних класи по 13 персональних

комп'ютерів (ПК) у кожному, об'єднаних локально-обчислювальною мережею. Є доступ в Інтернет, де студенти мають можливість ознайомитися з останніми розробками в науці і техніці.

Завдяки цьому в процесі вивчення дисципліни «Теоретична механіка» широко використовуються сучасні програмні продукти і, у першу чергу, Mathcad. З його допомогою студенти виконують розрахунково-графічні завдання, у яких, як правило, є дослідницький аспект. Наприклад, при виконанні завдань по статистиці необхідно не тільки знайти реакції в опорах, як це звичайно прийнято, але і їхнє оптимальне розташування. При проведенні лабораторних робіт вся обробка отриманих результатів проводиться за допомогою ПК. Так, дослідження кінематики кривошипно-повзунного механізму виконується цілком на ПК, де обчислюються всі необхідні при цьому величини, будуються графіки і використовується анімація процесу.

Планується модернізація лабораторії для того, щоб можна було автоматизувати проведення лабораторних робіт. На кафедрі є графопроектор, що використовується на лекціях для інтенсифікації подачі навчального матеріалу. Планується придбати мультимедійний проектор для наочної подачі матеріалу і застосування інформаційних технологій, що виключають крейду і традиційну дошку. Регулярно обновляються методичні посібники.

Колектив кафедри теоретичної механіки за допомогою ректорату і деканату намагаються вести навчання з дисципліни «Теоретична механіка» на сучасному рівні. Однак у процесі навчання окрім викладачів приймають участь і студенти. Але на жаль, слід зазначити, що частина студентів індиферентна до навчання. Це зумовлюється багатьма об'єктивними причинами, але не знімає відповідальності за успішність студентів з викладачів. Сподіваємося, що тенденція економічного підйому, що намітилася в промисловості, буде стимулювати зацікавленість студентів в одержанні глибокої і серйозної освіти.



## **ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС НА КАФЕДРІ ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ НМЕТАУ**

В.П. Іващенко, Ю.А. Мушенков, А.Г. Кострижев  
м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України

Теоретична механіка є однією з фундаментальних дисциплін не тільки на механіко-машинобудівному факультеті НМетАУ, але і на технологічному, металургійному, електromеталургійному та теплофізичному факультетах. Відповідно до Концепції розвитку Національної металургійної академії України на кафедрі теоретичної механіки широке впровадження до навчального процесу одержують інформаційні технології. У двох класах установлені персональні комп'ютери (ПК), є доступ до мережі Internet. Щодня упродовж всього навчального року студенти разом із викладачами проводять у них лабораторні і практичні заняття. Зокрема, для проведення лабораторних робіт із студентами усіх фахів на ПК реалізовані програми визначення [1]:

- реакції опор твердого тіла – із розділу «Статика»;
- параметрів плоскопаралельного руху, на прикладі кривошипно-повзунного механізму – із розділу «Кінематика»;
- параметрів руху під дією перемінних сил, на прикладі руху матеріальної точки в опірному середовищі – із розділу «Динаміка».

Ці програми дозволяють не тільки опрацювати експериментальні дані, отримані на натурних установках у лабораторії кафедри, але й демонструвати студентам можливості теоретичного аналізу процесів за допомогою методів комп'ютерного моделювання.

Значна частина робочого часу комп'ютерних класів приділяється для самостійної роботи студентів при виконанні ними комп'ютерних розрахунково-графічних завдань (КРГЗ). КРГЗ передбачають не тільки освоєння студентами лекційного і практичного матеріалу з теоретичної механіки, але також уміння працювати на достатньо високому рівні в середовищі Windows, зокрема, у програмах Word, PowerPoint, MathCad.

Доступ до мережі Internet дозволяє легко спілкуватися з ко-

легами з інших вузів, обмінюватися інформацією, ділитися і переймати досвід.

Традиційно контроль знань студентів з теоретичної механіки проводився в письмовій формі по білетам або тестам, що включають рішення задач і відповіді на теоретичні питання (формулювання визначень, законів, теорем і їхні докази). У цьому навчальному році (2002–2003) на кафедрі розроблені нові комп'ютерні тести для оцінки знань студентів як протягом міжсесійного контролю, так і при прийомі іспитів у сесію. Для цього використана програма TestGenerator, що працює разом із програмою Tester. У вікні TestGenerator (рис. 1) викладач створює “Питання”, що є документом Word. “Питання”, наприклад, включає: схему процесу 1, формулювання умови задачі 2, запропоновані на вибір декілька відповідей 3, один із яких правильний. У спеціальному полі TestGenerator 4 вказується, яка із запропонованих відповідей вірна. Аналогічне поле є у вікні програми Tester (рис. 2), у якому студент, після розв’язання задачі,

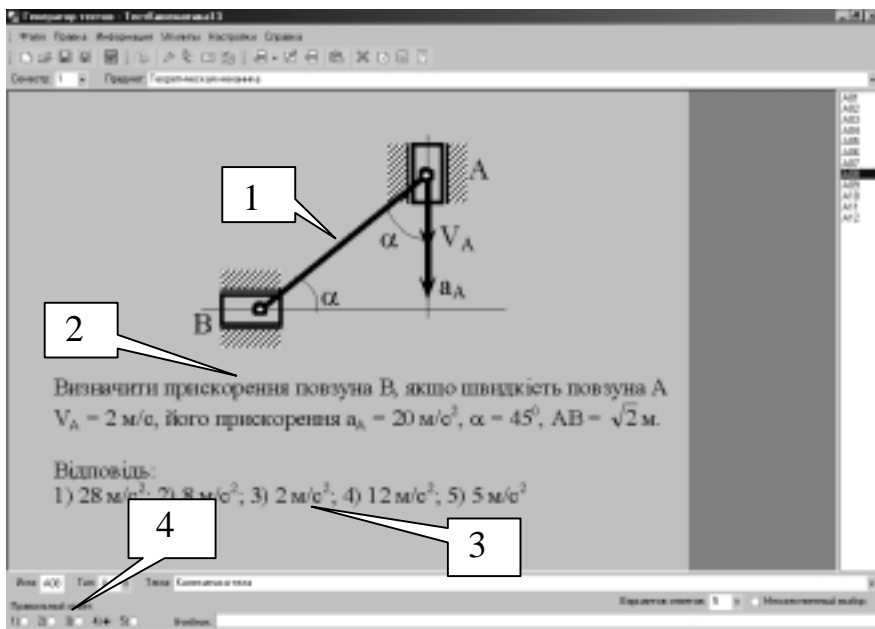


Рис. 1. Робоче вікно програми TestGenerator

вказує номер правильної відповіді. Існує можливість такої організації тестування, коли студент вказує не номер правильної відповіді, а числове значення відповіді. Тоді, у програмі TestGenerator, у відповідній формі викладач укаже правильну відповідь.

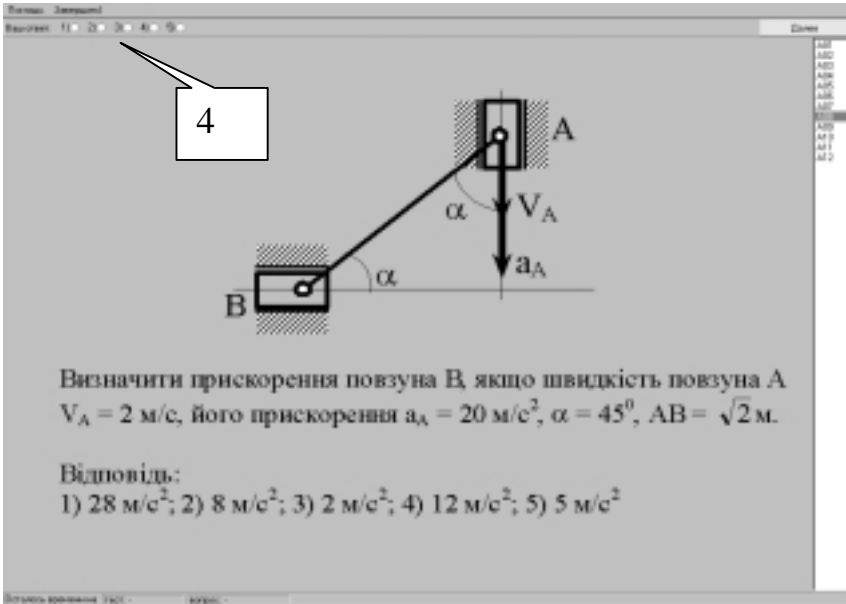


Рис. 2. Робоче вікно програми Tester

Тестування на кафедрі організовано таким чином. На одному комп'ютері, що є сервером, установлений TestGenerator. На ньому знаходяться декілька файлів із тестами, їхніми варіантами, що включають десять або дванадцять задач по різних розділах теоретичної механіки в залежності від програми тестування. Tester установлений на всіх комп'ютерах у класі. Завантаження необхідного тесту проводиться з будь-якого комп'ютера шляхом з'єднання по внутрішній локально-обчислювальній мережі класу із сервером. У TestGenerator існує можливість автоматичного перемішування питань, довільного порядку доступу студента до питань, закриття доступу після одноразового відкриття питання. Час, відведений для рішення тесту, установлюється викладачем

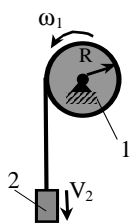
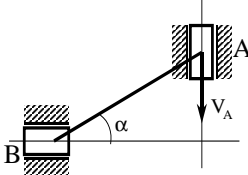
на основі власного досвіду та статистичних результатів попередніх тестувань. Після завершення тестування Tester видає на екран число правильно вирішених задач та оцінку. Існує можливість перегляду результатів рішення задач під час тестування. Оцінка виставляється відповідно до заздалегідь закладеного в TestGenerator відсотком правильно вирішених задач від їхнього повного числа і регулюється викладачем. Результати тестування студентів (прізвище, група, дата, кількість та відсоток вирішених задач, оцінка) автоматично надходять на сервер і зберігаються для подальшого аналізу викладачем.

Нижче приведені приклади багаторівневих тестів для студентів фахів «Металургійне устаткування» і «Технологія машинобудування», використані в першому семестрі 2002/2003 навчального року. Півсеместрова контрольна робота охоплює такі розділи кінематики тіла (табл. 1): 1) поступальний та обертальний рух, 2) плоскопаралельний рух та 3) складний рух. Комп'ютерний тест включає по чотири задачі на кожний із цих трьох розділів, у сумі-12 задач.

Таблиця 1

Півсеместрова контрольна робота  
(багаторівневий комп'ютерний тест)

**Кінематика тіла**

<b>Рівень А</b>	
	<p>Визначити закон руху тіла 2, якщо закон руху тіла 1 <math>\varphi = 2t^2 + 3t</math>, радіус колеса <math>R = 5</math> м, а початкова координата тіла 2 <math>X_0 = 0</math>.</p> <p>(7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>X_2 = 10t^2 + 15t</math>;                  2) <math>X_2 = 12t^2 + 4t + 54</math>; 3) <math>X_2 = 4t^2 + 2</math>;                  4) <math>X_2 = 3t^2 + 20t + 15</math>; 5) <math>X_2 = 8t^2 + 3t + 10</math></p>
	<p>Визначити кутову швидкість ланки АВ, якщо швидкість у крапці А дорівнює <math>V_A = 2</math> м/с, <math>\alpha = 30^\circ</math>, <math>AB = 2\sqrt{3}</math> м (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>3 \text{ с}^{-1}</math>; 2) <math>4,5 \text{ с}^{-1}</math>; 3) <math>2/3 \text{ с}^{-1}</math>;                  4) <math>4/3 \text{ с}^{-1}</math>; 5) <math>3,5 \text{ с}^{-1}</math></p>

	<p>Коло радіуса <math>R = 3</math> м обертається навколо вісі <math>z</math> з постійною кутовою швидкістю <math>\omega = 2 \text{ с}^{-1}</math>. Крапка <math>M</math> рухається по цьому колу за законом <math>\varphi = 3t^2 + 4t + 5</math>. Визначити відносну швидкість крапки <math>M</math> у момент часу <math>t=1</math> с. (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 55 м/с; 2) 30 м/с; 3) 68 м/с; 4) 75 м/с; 5) 37 м/с</p>
	<p>Визначити кориолісове прискорення крапки <math>M</math>, якщо її відносна швидкість <math>V_r = 2</math> м/с, <math>\varphi = 30^\circ</math>, а коло радіуса <math>R=3</math> м обертається навколо вісі <math>Z</math> з постійною кутовою швидкістю <math>\omega = 5 \text{ с}^{-1}</math>, як це зображено на малюнку. (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>4,5 \text{ м/с}^2</math>; 2) <math>3\sqrt{2} \text{ м/с}^2</math>; 3) <math>7 \text{ м/с}^2</math>; 4) <math>10\sqrt{3} \text{ м/с}^2</math>; 5) <math>8 \text{ м/с}^2</math></p>
	<p>Стрижень довжиною <math>OA=2</math> м обертається навколо шарніра <math>O</math> з кутовим прискоренням <math>\epsilon = 4 \text{ с}^{-2}</math>. Визначити абсолютне прискорення у крапці <math>A</math>, якщо кутова швидкість <math>\omega=3 \text{ с}^{-1}</math>. (8 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>10,5 \text{ м/с}^2</math>; 2) <math>13,4 \text{ м/с}^2</math>; 3) <math>7,6 \text{ м/с}^2</math>; 4) <math>10 \text{ м/с}^2</math>; 5) <math>19,7 \text{ м/с}^2</math></p>
	<p>Визначити нормальне прискорення у крапці <math>A</math> колеса, зображеного на малюнку, якщо швидкість у центрі колеса <math>V_0=5</math> м/с, <math>r=2</math> м, <math>R=4</math> м. (8 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>13,5 \text{ м/с}^2</math>; 2) <math>10 \text{ м/с}^2</math>; 3) <math>9,5 \text{ м/с}^2</math>; 4) <math>12,5 \text{ м/с}^2</math>; 5) <math>15 \text{ м/с}^2</math></p>
	<p>Обертальний рух тіла 1 заданий рівнянням <math>\varphi = 2t^2 + 5t + 1</math>. Визначити нормальне прискорення крапки <math>M</math> при <math>t=2</math> с, якщо <math>r_1=1</math> м, <math>R_1=3</math> м, <math>R_2=2</math> м (8 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>60 \text{ м/с}^2</math>; 2) <math>45 \text{ м/с}^2</math>; 3) <math>84,5 \text{ м/с}^2</math>; 4) <math>76 \text{ м/с}^2</math>; 5) <math>80 \text{ м/с}^2</math></p>

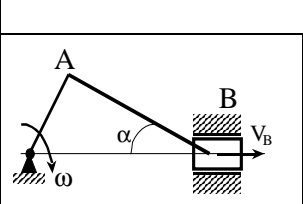
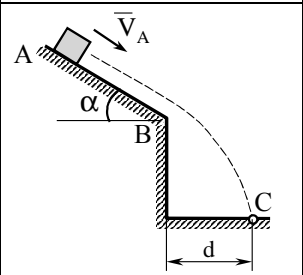
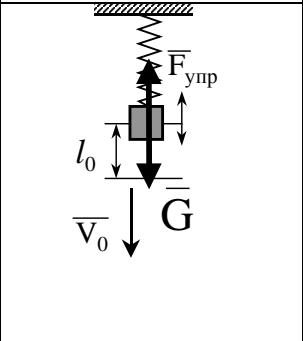
<b>Рівень В</b>	
	<p>Чому дорівнює лінійна швидкість у крапці В, якщо кутова швидкість ланки ОА <math>\omega_{OA}=2 \text{ с}^{-1}</math>, <math>R = 2 \text{ м}</math>, <math>r = 1 \text{ м}</math> (9 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 12 м/с; 2) 14 м/с; 3) 15,5 м/с; 4) 18 м/с; 5) 8 м/с</p>
	<p>Коло радіуса <math>R = 2 \text{ м}</math> обертається з кутовою швидкістю <math>\omega = 3 \text{ с}^{-1}</math> навколо вісі <math>z</math>, як зображено на малюнку. Крапка М рухається по колу з кутовою швидкістю <math>\omega_M = 4 \text{ с}^{-1}</math>. Знайти абсолютну швидкість крапки М у момент, зображений на малюнку. (9 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 14 м/с; 2) 10 м/с; 3) 6,4 м/с; 4) 8,2 м/с; 5) 9 м/с</p>
	<p>Визначити повне прискорення крапки М у момент часу <math>t = 1 \text{ с}</math>, якщо <math>X_1 = 6t^2 + 4t + 2</math>, <math>r_2 = 5 \text{ м}</math>, <math>R_2 = 6 \text{ м}</math>, <math>R_3 = 2 \text{ м}</math>. (9 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 70,5 м/с<sup>2</sup>; 2) 89 м/с<sup>2</sup>; 3) 89,45 м/с<sup>2</sup>; 4) 15 м/с<sup>2</sup>; 5) 89,7 м/с<sup>2</sup></p>
<b>Рівень С</b>	
	<p>Визначити прискорення повзуна В, якщо <math>\omega = 2 \text{ с}^{-1}</math>, <math>OA = \sqrt{3} \text{ м}</math>, кут <math>\angle AOB = 90^\circ</math>, <math>\alpha = 30^\circ</math>. (10 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 4 м/с<sup>2</sup>; 2) 5 м/с<sup>2</sup>; 3) 6 м/с<sup>2</sup>; 4) 8 м/с<sup>2</sup>; 5) 9 м/с<sup>2</sup></p>
	<p>Визначити абсолютне прискорення крапки М, що рухається з постійною відносною швидкістю <math>V_r = 8 \text{ м/с}</math> по колу радіуса <math>R = 3 \text{ м}</math>, а коло обертається навколо осі Х з постійною кутовою швидкістю <math>\omega = 5 \text{ с}^{-1}</math>, <math>\alpha = 30^\circ</math>. (10 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 73 м/с<sup>2</sup>; 2) 70 м/с<sup>2</sup>; 3) 76,56 м/с<sup>2</sup>; 4) 80 м/с<sup>2</sup>; 5) 85 м/с<sup>2</sup></p>

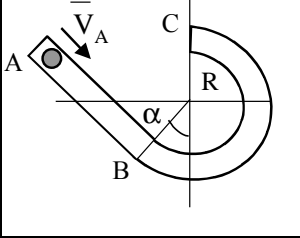
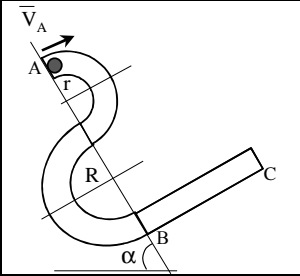
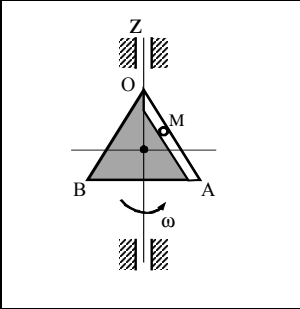
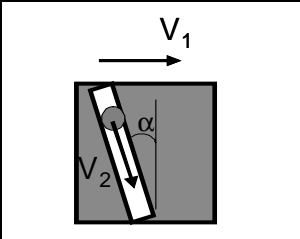
Екзаменаційна робота передбачає контроль знань по всьому матеріалу семестру - кінематика тіла і динаміка матеріальної точки. Внаслідок того, що достатньо повне опитування по кінематиці було проведено при виставленні півсеместрового модуля, екзаменаційна робота (табл. 2) не рівною мірою розділена на завдання з кінематики та динаміки: *кінематика тіла*: плоскопаралельний рух (2 задачі), складний рух (2 задачі); *динаміка матеріальної точки*: I – рух під дією заданих сил: постійні сили (1 задача), сили, що залежать від часу (1 задача), сили, що залежать від координати (1 задача), сили, що залежать від швидкості (1 задача); II – основні закони динаміки точки (4 задачі).

Таблиця 2

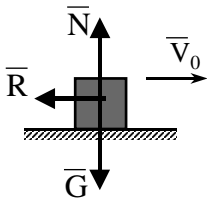
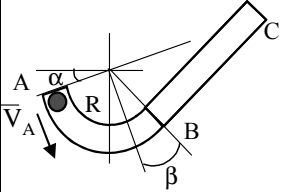
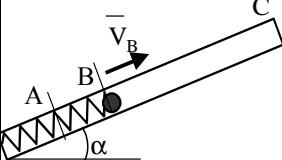
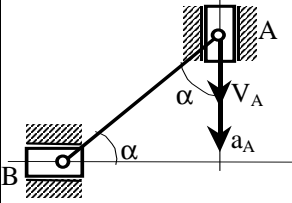
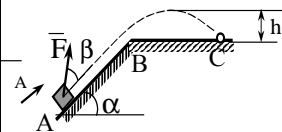
Екзаменаційна робота (багаторівневий комп'ютерний тест)

**Кінематика тіла та динаміка точки**

<b>Рівень А</b>	
	<p>Визначити швидкість повзуна В, якщо <math>\omega = 2 \text{ c}^{-1}</math>, <math>OA = 1 \text{ м}</math>, кут <math>\angle OAB = 90^\circ</math>, <math>\alpha = 30^\circ</math>. (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 2,1 м/с; 2) 5,3 м/с; 3) 2,3 м/с; 4) 4,7 м/с; 5) 8,5 м/с</p>
	<p>Тіло масою <math>m=2 \text{ кг}</math> починає рухатися з точки А з початковою швидкістю <math>V_A=3 \text{ м/с}</math>. Знайти час руху тіла на ділянці АВ, якщо довжина падіння тіла на ділянці ВС <math>d=15 \text{ м}</math>, кут <math>\alpha=30^\circ</math>, коефіцієнт тертя <math>f_{AB} = 0,1</math>, час <math>t_{BC} = 2 \text{ с}</math>. (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1,5 с; 2) 3,4 с; 3) 2,7 с; 4) 3,6 с; 5) 1,4 с</p>
	<p>Під вагою вантажу масою <math>m=2 \text{ кг}</math> пружина розтягнулась на довжину <math>l=0,4 \text{ м}</math>. Після цього вантаж зовнішньою силою вивели із рівноваги на довжину розтягнення пружини <math>l_0=1 \text{ м}</math> та штовхнули з початковою швидкістю <math>V_0=3 \text{ м/с}</math>. Знайти закон вільних коливань цього вантажу. (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) <math>X=2,3\sin(2,22t+4)</math>;                  2) <math>X=5,6\sin(1,16t+\pi)</math>; 3) <math>X=3,1\sin(3,17t+\pi/2)</math>                  4) <math>X=1,7\sin(4,95t+1)</math>; 5) <math>X=2,8\sin(6,7t+\pi/2)</math></p>

	<p>Тіло масою <math>m=10</math> кг починає рухатися з крапки А униз по трубці. Яка швидкість цього тіла повинна бути у крапці В, щоб тиск на трубку у крапці С становив <math>N_C=0</math>. Радіус <math>R=4</math> м та <math>\alpha=30^0</math>. (7 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 10,54 м/с; 2) 15,17 м/с; 3) 13,62 м/с; 4) 18,81 м/с; 5) 17,92 м/с</p>
	<p>Яка мінімальна початкова швидкість повинна бути у тіла масою <math>m = 3</math> кг у крапці А, щоб воно долетіло до крапки С. Кут <math>\alpha = 30^0</math>, радіуси <math>R=4</math>м, <math>r = 2</math> м, коефіцієнт тертя на ділянці ВС <math>f_{BC}=0,1</math>, довжина <math>l_{BC} = 10</math> м. (8 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 5,43 м/с; 2) 7,87 м/с; 3) 2,15 м/с; 4) 12,5 м/с; 5) 11,4 м/с</p>
	<p>Крапка М рухається по жолобу ОА за законом <math>X_{OA} = 2t^2 + 3</math>, а трикутник ОАВ обертається навколо вісі z з кутовою швидкістю <math>\omega = 3</math> с<sup>-1</sup>. Знайти переносну швидкість крапки М у момент часу <math>t=1</math> с, якщо кут <math>\angle AOB=60^0</math>, та <math>OA=AB=BO</math>. (8 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 5 м/с; 2) 6,5 м/с; 3) 6,8 м/с; 4) 7,5 м/с; 5) 3 м/с</p>
	<p>Визначити абсолютну швидкість кулі 2, якщо вона рухається по жолобу зі швидкістю <math>V_2 = 6</math> м/с, а пластина, у якій зроблений жолоб рухається зі швидкістю <math>V_1=3</math> м/с, кут <math>\alpha=30^0</math>. (8 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 1,7 м/с; 2) 14,4 м/с; 3) 5,2 м/с; 4) 6,9 м/с; 5) 8,7 м/с</p>



<b>Рівень В</b>	
	<p>Тіло масою <math>m = 5</math> кг рухається по горизонтальній площині зі швидкістю <math>V_0=20</math> м/с, коли на нього починає діяти сила опору <math>R=2V</math>. Знайти швидкість тіла через <math>t=2</math> с. Тертям зневажити. (9 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 8,98 м/с; 2) 6,94 м/с; 3) 5,67 м/с; 4) 7,55 м/с; 5) 7,68 м/с</p>
	<p>Тіло масою <math>m=6</math> кг починає рухатися з точки А з початковою швидкістю <math>V_A=4</math> м/с. Знайти час руху тіла на ділянці ВС, якщо <math>R=1</math> м, <math>\alpha=20^\circ</math>, <math>\beta=30^\circ</math>, коефіцієнт тертя <math>f_{BC}=0,2</math>, <math>V_C=1</math> м/с. (9 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 0,84 с; 2) 0,52 с; 3) 1,08 с; 4) 0,76 с; 5) 0,42 с</p>
	<p>Тіло масою <math>m = 1</math> кг починає рухатися зі стану спокою у крапці А під дією пружини жорсткістю <math>C=5</math> Н/м. У крапці В тіло відривається від пружини та впродовж часу <math>t_{BC} = 0,5</math> с рухається по трубі. Знайти швидкість тіла у крапці С, якщо Знайти довжину ділянки АВ, якщо <math>l_{AB} = 4</math> м, коефіцієнт тертя <math>f_{AC} = 0,1</math>, кут <math>\alpha = 30^\circ</math>. (9 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 2,95 м/с; 2) 6,31 м/с; 3) 4,47 м/с; 4) 3,83 м/с; 5) 4,94 м/с</p>
<b>Рівень С</b>	
	<p>Визначити прискорення повзуна В, якщо швидкість повзуна А <math>V_A = 2</math> м/с, його прискорення <math>a_A = 10</math> м/с<sup>2</sup>, <math>\alpha = 45^\circ</math>, <math>AB = \sqrt{2}</math> м. (10 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 2,8 м/с<sup>2</sup>; 2) 2,5 м/с<sup>2</sup>; 3) 2,0 м/с<sup>2</sup>; 4) 3 м/с<sup>2</sup>; 5) 5,6 м/с<sup>2</sup></p>
	<p>Тіло масою <math>m = 3</math> кг починає рухатися з точки А під дією сили <math>F=10t+2</math> Н з початковою швидкістю <math>V_A=15</math> м/с. Знайти максимальну висоту підйому тіла на ділянці ВС, якщо <math>\alpha=30^\circ</math>, <math>\beta= 60^\circ</math>, коефі-</p>

	<p>цієнт тертя <math>f_{AB}=0,1</math> і час <math>t_{AB} = 2c</math> . (10 балів)</p> <p>Відповідь: 1) 0,95 м; 2) 0,86 м; 3) 1,17 м; 4) 0,72 м; 5) 1,04 м</p>
--	--

Оцінка виставлялася в такий спосіб: рівень А (6-7 задач, 44-52%) – «задовільно»; рівень А+В (8-10 задач, 60-79%) – «добре»; рівень А+В+С (11-12 задач, 89-100%) – «відмінно». На основі досвіду роботи з комп'ютерними тестами на кафедрі теоретичної механіки НМетАУ можна говорити про ефективність їхнього використання в напрямку підвищення повноти і об'єктивності оцінки (відсутність контакту викладача і студента виключає суб'єктивність в оцінці), підвищення організації проведення іспитів, зниження часу перевірки екзаменаційних робіт і підготування відповідної звітності. Проте слід зазначити, що підготування комп'ютерних тестів займає значну частину робочого часу викладачів і потребує певних навичок по роботі з ПК.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні вказівки до виконання комп'ютерних лабораторних робіт із дисципліни «Теоретична механіка» для студентів усіх фахів // Укл. Ю.А. Мушенко, В.Т. Вишинський. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 1999. – 26 с.

## ФІЗИКА В ЛІТЕРАТУРНИХ ТВОРАХ

С.І. Кашина

м. Кривий Ріг, Середня школа №99

Нерідко буває, що діти, добре встигаючи з математики та фізики, зневажливо відносяться до мистецтва. Таких дітей треба переконувати в тому, що спілкування з художніми цінностями допомагає формувати наукові здібності. Вченим завжди були близькі мистецтво, література. *“Музика, література і дослідницька робота в області фізики, – говорив А. Ейнштейн, любитель музики та літератури, – різні за походженням, але зв’язані між собою єдністю мети, – прагненням виразити невідоме. Їх реакції різні, але вони доповнюють один одного”*.

Поети і письменники бачать світ, який їх оточує і образно описують його. У багатьох літературних творах ми зустрічаємось з різними явищами природи. Фізик, читаючи такі місця, не може утриматися, щоб не розглянути такі уривки як задачі з фізичним змістом.

Ось такий зв’язок ми побачили під час проведення бінарного уроку “Фізика в російській поезії” (10-й клас).

Читаємо Ф. Тютчева:

*День вечереет, ночь близка,  
Длинней с горы ложится тень,  
На небе гаснут облака...  
Уж поздно. Вечереет день*

- Чому ввечері тіні стають довшими?

Діти згадують, що висота сонця над горизонтом протягом доби змінюється – до полудня вона збільшується, а до вечора спадає. Тому змінюється довжина тіні, але навпаки – до полудня тіні коротшають, а з полудня до вечора – довшають. Такі явища є наслідком закону прямолінійного поширення світла.

*В небе тают облака,  
И, лучистая на зное,  
В искрах пенится река,  
Словно зеркало стальное.*

(Ф. Тютчев )

- Чому поверхня води іскриться?

Учні повідомляють, що поверхня воді у водоймах не буває абсолютно гладенькою – завжди на ній є хоч маленькі хвилячки, вони ніби тремтять від різних поштовхів ґрунту, повітря. У наслідок цього на поверхні води весь час з’являються, змінюючи свою форму і положення безліч опуклих і вгнутих дзеркал, які фокусують сонячне проміння у вигляді рухливих блискучих цяток – іскор, як говорить про це поет.

*На двойном стекле узоры  
Начертил мороз,  
Шумный день свои дозоры  
И гостей унес.*

- Фет говорить про явища, які всім добре знайомі. Кожен з нас бачив візерунки, намальовані морозом на шибках, але не кожен може пояснити їх природу. Як же вони утворюються?
- Якщо уважно прослідкувати за утворенням морозних орнаментів, то ми помітимо, що шари маленьких крижинок починають утворюватися вздовж мікротріщин, подряпин та інших утворень на поверхні скла. Це явище називається декоруванням. Суть у тому, що атому речовини, яка кристалізується, потрібно найменше енергії, щоб займати місце в кристалах над неоднорідністю поверхні. Ці дефекти неоднорідності стають центром кристалізації води. Виростаючи навколо таких центрів, кристали льоду ніби копіюють у збільшеному вигляді форму мікродефектів поверхні. Так само неоднорідностям поверхні властиво конденсувати рідину з водяної пари, що є в повітрі: роса осідає на мікротріщинах і опуклостях. Замерзаючи, вона перетворюється в матові морозні орнаменти химерних форм. Так само утворюється іній на деревах...

У вірші І. Нікітіна “ Встреча зимы “ є такі рядки:

*На дворах и домах  
Снег лежит полотном  
И от солнца горит  
Разноцветным огнем.*

- Чому сніг блищить різними кольорами?
- Це наслідок дисперсії світла на маленьких кристаликах снігу.  
Далі: *Нам не стать привыкать, –  
Пусть мороз твой трещит...*

- Чому мороз тріщить?
- Взагалі тріщить сніг та лід на морозі. Цей тріск створюють кристалики льоду, які руйнуються під тиском наших кроків у тому випадку, коли енергія тиску менша за ту енергію, яка потрібна для плавлення цих кристаликів. Якщо ж від натиску на крижинки вони плавляться, то утворена вода змочує кристалики льоду і вони, ковзаючи, вже не “тріщать”...

Наведені приклади свідчать про доцільне, доречне і вміле використання літературного матеріалу в навчанні фізики роблять процес навчання більш емоційним і соковитим в такій мірі, що ніхто не назве фізику “сухою” наукою.

На думку приходять слова улюбленого учнями письменника А. Екзюпері: *“Теоретик вірить в логіку. Йому здається, що він ставиться з презирством до мрії, інтуїції та поезії. Він не помічає, що вони, три феї, так просто переодяглися, щоб спокусити його, як улюбливого хлопчиська. Він не знає, що саме цим феям зобов’язаний він своїми самими чудовими знахідками. Вони з’являються йому під іменем “робочих гіпотез”, “довільних припущень”, аналогій, і чи може теоретик підозрювати, що слухаючи їх, він зраджує суворій логіці і прислухається до співу муз”*.

## **ВИКОРИСТАННЯ КАМКОРДЕРА ЯК ЗАСОБУ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ**

В.О. Ківа, О.А. Коновал, Г.П. Половина  
м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет

Щоб фізика була фундаментом природничої освіти, філософії, природознавства та науково-технічного прогресу, необхідно, щоб вчитель, який викладає цю науку, був переконаний в цьому. І тільки ті розділи фізики, до яких в учнів буде викликано інтерес, засвоюються більш повно і на такому рівні, що учні зможуть творчо застосовувати свої знання в житті.

А щоб майбутній вчитель сам був на висоті, йому самому слід іти в навчання творчими шляхами. Зважаючи на сучасну педагогічну парадигму, яка полягає у випереджуючому характері освіти і метою якої є підготовка спеціалістів, що можуть творчо і самостійно вирішувати реальні проблеми і працювати в умовах ринкової економіки, підготовка вчителів, здатних виховати таку творчу особистість, являється актуальною задачею [1, 2].

“Основоположне завдання реформи вищої педагогічної освіти полягає в тому, щоб підняти рівень фундаментальної теоретичної підготовки майбутніх учителів з одночасним підсиленням її практичної спрямованості. В умовах переходу загальноосвітньої сфери України до варіативної освіти посилюються вимоги до підготовки вчителів: вона повинна передбачати формування у студентів здатності кваліфіковано розпізнавати справжній зміст педагогічних систем, технологій, методик, бачити за зовнішніми проявами їх внутрішню суть, глибинні механізми реалізації, визначати їх можливості і границі” [2, с. 10].

Очевидно, що традиційні підходи, в основі яких лежить засвоєння студентами певної суми знань і вмінь їх професійної діяльності, втрачають своє значення [2, с. 11].

Значне місце в системі формування особистості студента як суб'єкта навчально-пізнавальної діяльності належить організації самостійної роботи студентів. Причому дидактична функція викладача полягає в постановці та формуванні індивідуальних тво-

рчих завдань, орієнтованих ї на його власні можливості, і на вирішення загальних цілей вищої освіти: навчити майбутнього вчителя самостійно здобувати знання і підготувати його до плідного творчого використання цих знань і вмінь в подальшій професійній діяльності.

Різні розділи фізики по-різному сприймаються учнями. Інтерес, захоплення та бажання вивчати фізику викликають питання, пов'язані із сучасною енергетикою (зокрема ядерною та термоядерною), сучасною технікою зв'язку (космічною, лазерною, волоконнооптичною), технологією створення нових матеріалів, астрофізикою, процесами на планетах та в надрах Землі, біофізикою, сучасною мікропроцесорною технікою.

Але такий розділ фізики, як механіка, учнями сприймається як наука, що начебто застигла у своєму розвитку, оскільки їй більше декількох тисячоліть. Вважається, що в цій науці, вже все відкрито, все зрозуміле, отже не цікаво її вивчати. А якщо немає інтересу, то годі чекати високих результатів.

Отже, майбутніх вчителів фізики педагогічний ВНЗ повинен готувати так, щоб вони були переконані в тому, що механіку треба серйозно вивчати не тільки тому, що все, що рухається в просторі і в часі, і живе, і рукотворне – все це пов'язане з механікою. Крім того, вивчаючи цей розділ фізики, учні вчать творчому мисленню, вчать теорію перевіряти практикою. Саме на цьому етапі закладається вміння користуватись мовою, яку використовує природа – математикою, а також вмінню розв'язувати комплексні задачі.

Вивчення механіки дає широке поле діяльності для діагностування освіченої особистості, бо в жодному розділі фізики задача не може бути розв'язана таким числом способів, як в механіці. Тут і динамічний, і кінематичний, і енергетичний підходи, які розкривають динаміку розв'язування задачі, дають можливість проявити творчий підхід. Тут в нагоді будуть новітні технології, які появились з розвитком цифрової електроніки.

Більш детально зупинимось на застосуванні одного із прийомів активізації пізнавальної діяльності при вивченні законів класичної механіки.

Розглянемо курсову роботу з методики викладання фізики, яку виконав студент 4-го курсу. Ця робота пов'язана з експери-

ментальними дослідженнями, необхідність яких виникла при розв'язуванні задачі № 1.75 [8]: “Трамплін, що використовують в цирку, є горизонтальною дошкою, шарнірно закріпленою посередині. На один кінець дошки з досить великої висоти стрибає гімнаст масою  $m_1$ . Клоун масою  $m_2$ , що стоїть на другому кінці дошки, при цьому підкидається у повітря. Відстань від клоуна до шарніра  $l_2$ . Визначити, на якій відстані  $l_1$  від шарніру повинен опуститись гімнаст, щоб клоун був підкинутий на максимальну висоту. Дошку вважати невагомою”.

При розв'язуванні цієї задачі (рис. 1) необхідно було відповісти на такі питання:

1. Чому висота підйому тіла  $m_2$  залежить від відстані  $l_1$ , на яку падає тіло  $m_1$ ?
2. Як передається взаємодія тіла  $m_1$  з дошкою і тілом  $m_2$ ?
3. В який момент взаємодії тіла  $m_1$  з дошкою відбувається відрив тіла  $m_2$ ?

Одним з варіантів відповіді на 3-є питання може бути експериментальне дослідження взаємодії тіл  $m_1$ ,  $m_2$  і дошки. Для цього було проведене стробоскопічне дослідження на пристрої, виготовленому студентом.

На рівноважений важіль, закріплений на підставці, в спеціальну луночку його правої частини вміщувалась кулька. Важіль утворював кут  $\alpha$  з горизонтом. На ліву частину важеля з фіксованої висоти падала кулька. Точку її падіння змінювали від  $l_1$  до  $0,1l_1$  через  $0,1l_1$ . Положення кульки, яку клали в лунку правого кінця важеля, фіксувалось через кожну  $1/25$  секунди за допомогою цифрового камкордера типу GR-DVL45 фірми JVC. Переглядаючи покадрово відеозапис, студент зміг з великою точністю фіксувати положення обох кульок та важеля, накреслити траєкторію їхнього руху і зробити відповідні висновки.

Як відомо, особливості руху фізичних систем (зокрема закон руху) можна знайти, розв'язуючи або рівняння руху, або використовуючи закони збереження. Рівняння руху доцільно застосувати в тому випадку, коли відомі сили взаємодії між тілами. Але коли про конкретний аналітичний вигляд взаємодії неможливо сказати щось певне, слід користуватися законами збереження, які мають місце і при невідомому характері взаємодії між тілами фізичної системи. Саме таку ситуацію маємо в наведеній задачі.



На рис. 1 показано траєкторію руху кульки та правого кінця важеля.

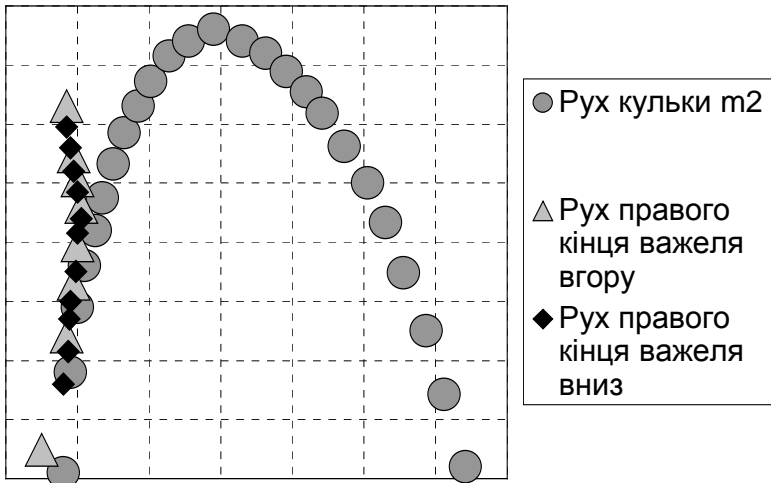


Рис.1

Аналіз траєкторії руху лівої кульки та важеля, об який вона ударяється, дають можливість стверджувати:

а) удар кульки об важіль – пружний; б) при такому ударі права кулька відривається від важеля майже одночасно з ударом лівої кульки; в) права кулька, підскачавши, рухається як тіло, кинуте під кутом до горизонту; г) парабола польоту правої кульки асиметрична, що пов'язано із опором повітря при русі легенької правої кульки.

Аналіз протікання фізичних процесів, експериментальні дослідження, розв'язування подібних задач сприяють більш глибокому розумінню студентами суті фізичних явищ.

Висновки:

а) в результаті навчально-дослідницької діяльності з метою теоретичного та експериментального вивчення відповідних фізичних явищ, студенти вчаться формулювати та розв'язувати експериментальні задачі, що, на наш погляд, є однією з вищих форм самостійної роботи;

б) в основу процесу підбору, дослідження та розв'язування подібних задач покладено теорію поетапного формування розумових дій, розроблену П.Я. Гальперінім та Н.Ф. Талізінною [7];

в) залучення студентів до навчально-дослідницької діяльності з урахуванням їх індивідуальних особливостей сприяє активному і свідомому вивченню фізики, формуванню фізичного стилю мислення.

#### Література:

1. Грішнова О. Розвиток вищої освіти в Україні: тенденції, проблеми та шляхи їх вирішення // Вища школа. – 2001. – № 2,3. – С. 22 – 23.

2. Сергєєв О.В. Інноваційні процеси в підготовці вчителя фізики // Наукові записки: Збірник наукових статей Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова / Укл. П.В. Дмитренко, Л.Л. Макаренко, В.П. Сергієчко. – К.: НПУ, 2002. – Випуск 48. – 212 с.

3. Половина Г.П., Лаврентьєва О.О. Турнір юних фізиків як мета і засіб формування творчих рис особистості // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 3. – С. 33–36.

4. Швець В.Д., Половина Г.П. Інтенсифікація навчального процесу з використанням друкованої основи // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – Вип. 42. – С. 81–83.

5. Коновал О.А. Особливості методики формування поняття “магнітне поле” // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 3. – С. 24–26.

6. Бойко А.С., Кадченко В.Н. Динамические комп’ютерные модели явлений поляризации света // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМет АУ. – 2002. – Т. 2. – С. 31-37.

7. Гальперин П.Я. Формирование умственных действий и понятий. – М.: Изд-во МГУ, 1965.

8. Козел С.М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. Задачи МФТИ. – М.: Наука, 1987. – 301 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ ВО ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

А.П. Кислицын, А.А. Таран

г. Харьков, Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Ни для кого не является секретом то обстоятельство, что сегодня школьники и студенты в своей познавательной деятельности отдают предпочтение не физике и математике, как это было 15–20 лет назад, а компьютерной технике. Такая ситуация вполне понятна, так как область знаний, связанная с компьютерной техникой, развивается в настоящее время очень быстро. Компьютеры проникают практически во все сферы деятельности человека, завораживая молодых людей. Компьютерная техника становится все более доступной, а все большее число разнообразных пользовательских программ упрощает процедуру общения с компьютером.

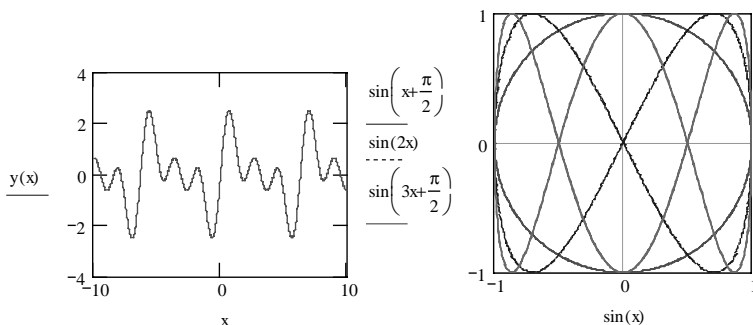
Менее понятным, но реально существующим является процесс сокращения аудиторных часов, отводимых на изучение физики, включение школьного выпускного экзамена по физике в число сдаваемых по выбору и исключение в технических ВУЗах экзамена по физике из числа вступительных экзаменов. Снижение уровня школьной подготовки при одновременном снижении интереса к изучению физики и повышение необходимой плотности изложения материала создает перед кафедрами физики достаточно большие трудности в их стремлении обеспечить необходимый уровень физических знаний будущей инженерно-технической интеллигенции.

Очевидно, что разрешать сложившиеся и обостряющиеся противоречия возможно только при заметной активизации самостоятельной работы студентов, которая не может быть достигнута без их внутренней заинтересованности. А заинтересованность ненавязчиво можно достигнуть благодаря той же компьютерной технике, обеспечивающей быстрое и качественное выполнение вычислительных операций, удобное и красочное представление графической информации.

Несколько лет назад этот путь был нами опробован. Студен-

там первого курса, при изучении раздела «Механические колебания и волны» было предложено выполнить на компьютере сложение нескольких сонаправленных гармонических колебаний и взаимно перпендикулярных колебаний. Задание вызвало большой интерес, но потребовало проведения дополнительной консультации по работе с компьютером. Наиболее быстро и качественно задание было выполнено на компьютерах, имевших в своем программном обеспечении математическую систему “MathCad”. Сделанные временные затраты были вознаграждены.

$$y(x) := \sin(x) + \sin(2x) + \sin(3x)$$



Примеры выполнения сложений сонаправленных и взаимно перпендикулярных колебаний в системе “MathCad”

Удобство общения с системой “MathCad”, эффектность и красочность представляемой графической информации повысили первоначальную заинтересованность студентов.

По мере ознакомления студентов с системой “MathCad” уровень сложности заданий увеличивался, увеличивалась и заинтересованность студентов. Лучшие работы студентов были даже представлены на городскую студенческую научную конференцию и получили там хорошую оценку.

Подводя итог, следует подчеркнуть, что использование в учебном процессе персональных компьютеров, оснащенных математической системой “MathCad” позволяет заметно повысить заинтересованность студентов к изучению физики. При этом в рамках самостоятельной работы студентов, достаточно эффективно могут изучаться вопросы, представляющие заметный интерес для курса физики, но часто опускаемые в учебных программах вследствие больших математических трудностей.

Обычно такими трудностями для студентов 1 – 2 курсов являются: большой объем вычислений; дифференциальное и интегральное исчисление, требуемое для анализа, теория функций комплексного переменного, необходимая при рассмотрении квантовой механики. Применение такого подхода требует от преподавателя хорошего знания не только физики, но и компьютерной техники и требует дополнительных временных затрат. Но все эти затраты окупаются заинтересованностью студентов, и, как следствие, – их успеваемостью.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЭВМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

В.М. Козлов, В.П. Хлынцев, В.В. Калениченко  
г. Днепрпетровск, Национальная металлургическая академия  
Украины

Повышение уровня подготовки специалистов до мировых стандартов является одной из задач высшей школы Украины в современных условиях. Решению этой важной задачи в значительной степени способствует компьютеризация учебного процесса. Как показывает мировой опыт, применение персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) при изучении различных дисциплин (в частности, фундаментальных) позволяет существенно расширить возможности традиционных форм проведения занятий и контроля знаний студентов.

В связи с этим на кафедре физики Национальной металлургической академии Украины, начиная с 2000 года, компьютеризация находит все более широкое применение в учебном процессе. В данной статье речь будет идти о двух направлениях применения ПЭВМ.

Первое направление связано с проведением имитационных лабораторных работ. Нами были разработаны компьютерные программы лабораторных работ, охватывающих все разделы курса общей физики, излагаемого в нашем вузе, от механики до физики твердого тела. При этом организация диалога в автоматизированной системе выполнена таким образом, что работа с ПЭВМ не требует специальной подготовки студентов.

Все лабораторные работы построены по единому сценарию, т.е. унифицированы. В верхней части экрана дисплея расположена строка «меню». Обращаясь к тому или иному пункту «меню», студент может получить сведения по теории метода, порядку выполнения работы, устройству установки, порядку проведения расчетов и др. Кроме того, студент может проверить свои знания по данной работе путем тестирования. В нижней части экрана располагаются «органы управления» приборами и устройствами. Это изображения кнопок и ручек, воздействия на которые с помощью «мыши» реализует те или иные действия. Рас-

положение «меню» и «органов управления» идентично во всех работах. Поэтому нет необходимости каждый раз изучать устройство установки с «нуля».

Отметим некоторые преимущества проведения лабораторных работ в компьютерном варианте. Во-первых, расширяются возможности проведения экспериментов в областях физики, в которых проведение реальных экспериментов или невозможно из-за их опасности, или затруднено по каким-либо причинам.

Во-вторых, расширяются пределы изменения параметров приборов, что в реальных условиях часто бывает невозможно. Одной из целей проведения лабораторной работы является ответ на вопрос «а что будет, если» – если пропустить очень большой ток, если нагрузить большим весом, если осветить сильным светом и еще очень много «если». В таких случаях преподаватель коротко отвечает: прибор сгорит, сломается, разрушится и т. д. и категорически это студенту запрещает. А ведь удовлетворение такого любопытства выполняет мощнейшую обучающую роль. Компьютеры в этом отношении предоставляют колоссальные возможности.

В-третьих, работы выполняются очень быстро. Этот фактор является важным не только с точки зрения ограниченности учебного времени, но и сточки зрения возможности повторения эксперимента с другими параметрами, на других материалах или в других условиях. Например, измерение коэффициента теплопроводности или энергии активации полупроводников требуют длительного нагрева печи, и поэтому невозможно в реальном эксперименте провести несколько опытов. А для имитационных работ таких ограничений нет.

В-четвертых, возможна быстрая проверка знаний обучающихся. Компьютер открывает широчайшие возможности по контролю успеваемости и уровня знаний студентов. Каждая работа снабжена большим количеством тестов. Студент может проверить свои знания до выполнения работы или после выполнения.

В-пятых, негативная оценка знаний на компьютере не наносит психологической травмы обучаемому. Поэтому студент, может неограниченное число раз проходить такое тестирование, постепенно увеличивая свой багаж знаний.

Следует отметить и недостатки компьютерных эксперимен-

тов. Главный и неустранимый недостаток – это, конечно же, виртуальность физических установок. 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 картинкам и сценам, создаваемых с помощью таких мощных 3D программ, как «3DS Max» или др., позволяющих смоделировать фактуру материалов установки и осветительные эффекты. Это значительно усиливает эффект присутствия. В идеале, при наличии мощных компьютеров с большой памятью, будет возможно снимать видеофильмы в процессе проведения реального эксперимента, и воспроизводить отдельные части этих фильмов по командам с пульта управления.

Другим недостатком является то, что единственным органом чувств, посредством которого осуществляется прием информации, является зрение. Как известно при работе реальных установок они издаются звуки, вибрации, иногда запахи. Сборка электронных схем, воздействие на органы управления с помощью рук активизируют механизмы «механической» памяти. Все это отсутствует или почти отсутствует в компьютерном эксперименте.

Второе направление по использованию ПЭВМ в учебном процессе связано с семестровым контролем знаний студентов, т.е. речь идет о проведении семестровых экзаменов по физике во время летней и зимней сессий. Нами разработана и опробована программа по приему экзамена путем тестирования. Такой прием экзаменов позволяет охватить весь основной материал семестрового курса физики при ограниченном времени, отведенном на тестирование. В частности, нами разработаны тестовые задания из 30 вопросов при отведенном времени на экзамен в 50 минут. Кроме того, проверка знаний студентов на ПЭВМ проводится в одинаковых условиях для всех студентов. При этом программа позволяет при использовании одного и того же варианта тестовых вопросов высвечивать на каждом компьютере различную (случайную) последовательность вопросов и различный порядок пяти ответов.

Важно отметить, что прием экзаменов с использованием ПЭВМ, конечно же, повышает объективность полученной экза-



менационной оценки. Этот фактор будет играть еще более существенную роль при переходе к 12-балльной системе оценки знаний студентов.

## ВІДНОСНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛІВ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ

О.А. Коновал, Д.В. Рябоконт  
м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет

Як відомо, єдине електромагнітне поле (ЕМП), яке передає взаємодію між зарядженими частинками, адекватно описується тензором електромагнітного поля [1, 2].

В залежності від системи відліку (СВ), в якій спостерігається чи описується конкретна електромагнітна взаємодія, єдине ЕМП проявляється або як чисто електричне, або як чисто магнітне, або як деяка суперпозиція електричного і магнітного полів.

При формуванні поняття ЕМП, в існуючих на даний момент посібниках з електродинаміки та методик вивчення електромагнетизму [3 – 7], спочатку вивчаються електро- та магнітостатичні поля [9, 10], і “лише при вивченні явища електромагнітної індукції виявляється зв’язок між магнітним та електричним полем” [8, С. 53].

По-перше, на наш погляд, останнє твердження не відповідає фізичній реальності. Взаємозв’язок електричного та магнітного полів, відносність поділу електромагнітного поля на електричне і магнітне достатньо повно, і не тільки на якісному рівні, можуть бути описані при вивченні ЕМП зарядженої частинки, що рухається рівномірно і прямолінійно з довільною за величиною швидкістю.

По-друге, методичний недолік такого висновку полягає ще й у тому, що 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. Класична електродинаміка є за своєю суттю релятивістською. А ігнорування такою фундаментальною фізичною теорією, якою є СТВ, при вивченні електродинаміки порушує принципи дидактики.

Наш досвід викладання електродинаміки показує, що незалежне вивчення електро- та магнітостатичних полів приводить до появи стійких і неправильних уявлень про електричне і магні-

тне поля як окремих сутностей (видів матерії) ніяк не пов'язаних між собою та єдиним ЕМП. На цей недолік в методиці формування поняття електромагнітного поля ще раніше зверталась увага в [9].

Найбільш повно сукупність уявлень про єдине ЕМП можна сформуванати (звичайно разом з поясненням загальноприйнятих якісних прикладів [9, 10, 11]), розглядаючи обґрунтування формул перетворення компонент електромагнітного поля (ФПКЕП), наслідки та застосування їх для аналізу різноманітних електродинамічних прикладів.

Насамперед, нагадаємо, що ФПКЕП обґрунтовуються різними за рівнем складності та узагальненням способами:

Використовуючи формули перетворення компонент тензора ЕМП при переході від СВ  $K'$  до СВ  $K$  [1, 2] одержують ФПКЕП найбільш строго і послідовно, але цей спосіб надто формальний.

Формули (1) і (2) знаходять із вимоги релятивістської інваріантності виразу для сили Лоренца [3, С. 73–74], аналізуючи з допомогою принципу відносності (ПВ) основні експериментальні закони електродинаміки [7, 14]. Спосіб заснований на аналізі компонент електричного та магнітного полів зарядженої частинки з точки зору систем відліку  $K$  і  $K'$  [15]. Але таке обґрунтування досить “сухе”, а деякі положення, що лежать в основі цього способу, самі потребують обґрунтування.

Нижче ми пропонуємо спосіб одержання ФПКЕП, що ґрунтується на детальному аналізі властивостей ЕМП рівномірно та прямолінійно рухомої ( $v < c$ ) зарядженої частинки (протона). Цей спосіб органічно впливає з інноваційної методичної концепції вивчення електродинаміки на засадах СТВ [12].

Тобто із самого початку вивчення теми “Магнітне поле”, після формування поняття “магнітне поле” та розкриття релятивістської природи магнітного поля [13] можна показати, що електричне і магнітне поля зв'язані такими ФПКЕП:

$$E_x = E'_x, E_y = \Gamma(E'_y + VB'_z), E_z = \Gamma(E'_z - VB'_y), \quad (1)$$

$$B_x = B'_x, B_y = \Gamma\left(B'_y - \frac{V \cdot E'_z}{c^2}\right), B_z = \Gamma\left(B'_z + \frac{VE'_y}{c^2}\right), \quad (2)$$

де  $\vec{E}'(E'_x, E'_y, E'_z)$ ,  $\vec{B}'(B'_x, B'_y, B'_z)$  – напруженість електричного

та індукція магнітного полів в СВ К', яка рухається зі швидкістю  $V$  відносно СВ К вздовж осі  $OX$ ;

$\vec{E}(E_x, E_y, E_z)$ ,  $\vec{B}(B_x, B_y, B_z)$  – напруженість електричного

та індукція магнітного полів у тій самій просторово-часовій точці СВ К;

$$\Gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}, \quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \text{ – швидкість світла у вакуумі.}$$

Нехай у нас є три СВ: СВ К, К', і К<sub>0</sub> (рис. 1). СВ К<sub>0</sub> є власною для зарядженої частинки (протона). СВ К<sub>0</sub> рухається відносно СВ К' із швидкістю  $v_0 = const$ , а СВ К', у свою чергу, рухається зі швидкістю  $V$  відносно лабораторної СВ К. Тоді напруженість електричного і індукція магнітного полів, які виникають в СВ К<sub>0</sub>, К' і К відповідно, дорівнюють [12, 13]:

$$\vec{E}_0 = \frac{q\vec{r}_0}{4\pi\epsilon_0 r_0^3}$$

$$\vec{E}' = \frac{q\vec{r}'(1 - \beta_0^2)}{4\pi\epsilon_0 r'^3 (1 - \beta_0^2 \sin^2 \theta')^{3/2}} \quad (3)$$

$$\vec{E} = \frac{q\vec{r}(1 - \beta^2)}{4\pi\epsilon_0 r^3 (1 - \beta^2 \sin^2 \theta)^{3/2}}$$

$$\vec{B}_0 = 0, \quad \vec{B}' = \frac{[\vec{v}_0 * \vec{E}']}{c^2}, \quad \vec{B} = \frac{[\vec{v} * \vec{E}]}{c^2} \quad (4)$$

де:  $v = \frac{V + v_0}{1 + \frac{V \cdot v_0}{c^2}}$  – швидкість руху протона відносно лаборатор-

ної системи відліку,  $\beta_0 = \frac{v_0}{c}$ ,  $\beta = \frac{v}{c}$ ,  $B = \frac{V}{c}$ ;

$\theta_0$  – кут між радіусом-вектором  $\vec{r}_0$  і віссю  $X$ ;

$\theta'$  – кут між радіусом-вектором  $\vec{r}'$ , проведеним із миттєвого положення заряду в системі К' в дану точку поля, і вектором  $\vec{v}_0$ ;

$\theta$  – кут між напрямом руху протона ( $\vec{v}$ ) і радіусом-вектором  $\vec{r}$ , проведеним з миттєвого положення протона в СВ К в дану точку поля.

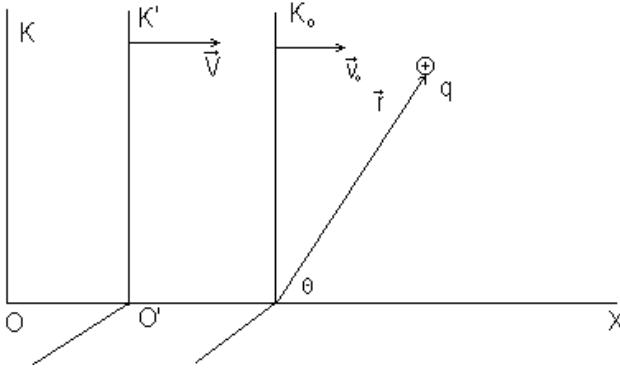


Рис. 1. Рух протона відносно СВ К і СВ К'.

Може бути показано, що:

$$r_0 = \gamma_0 [(x' - v_0 t')^2 + (y'^2 + z'^2) \cdot (1 - \beta_0^2)]^{1/2} \quad (5)$$

$$r_0 = \gamma [(x - vt)^2 + (y^2 + z^2) \cdot (1 - \beta^2)]^{1/2} \quad (6)$$

$$r^3 (1 - \beta^2 \sin^2 \theta)^{3/2} = [(x - vt)^2 + (y^2 + z^2) \cdot (1 - \beta^2)]^{3/2} \quad (7)$$

і тоді, враховуючи (4) та (5), (6), (7), одержуємо:

$$E_x = E'_x$$

$$\begin{aligned} E_y &= \frac{qy \cdot (1 - \beta_0^2)}{4\pi\epsilon_0 [(x' - v_0 t')^2 + (y'^2 + z'^2) (1 - \beta_0^2)]^{3/2}} \cdot \Gamma(1 + B\beta_0) = \\ &= E'_y \Gamma \left( 1 + \frac{Vv_0}{c^2} \right) = \Gamma \left( E'_y + V \frac{v_0 E'_y}{c^2} \right) = \Gamma(E'_y + VB'_z) = \\ &= \Gamma(E'_y + VB'_z). \end{aligned} \quad (8)$$

Аналогічно можна одержати формулу перетворення для проекції  $E_z$ :

$$E_z = \Gamma(E'_z - VB'_y) \quad (9)$$

Використовуючи (3), (4), (8), (9) для компонент вектора магнітної індукції, одержуємо:

$$B_x = B_x' \quad (10)$$

$$B_y = \Gamma \left( B_y' - \frac{VB_z'}{c^2} \right) \quad (11)$$

$$B_z = \Gamma \left( B_z' + \frac{VE_y'}{c^2} \right) \quad (12)$$

Таким чином, на основі запропонованого в [12, 13] методу шляхом обговорення властивостей електричного і магнітного полів рухомого протону вдалось вивести формули перетворення компонент електромагнітного поля.

Розглянемо ряд прикладів, що ілюструють застосування та властивості формул перетворення (1) і (2):

*Приклад 1.* Нехай в СВ  $K'$  у магнітному полі  $B_y'$  знаходиться нерухома заряджена частинка (протон). Знайти силу, що діє на протон в СВ  $K$ .

*Розв'язання.* Протон в СВ  $K'$  знаходиться в спокої, тому на нього в цій СВ не діє сила Лоренца. Із ПВ випливає, що і в СВ  $K$  сила дорівнює нулю. Але оскільки в СВ  $K$  будуть існувати і електричне, і магнітне поля з напруженістю та індукцією відповідно  $E_z = -\Gamma VB_y'$ ,  $B_y = \Gamma B_y'$ , знайдемо безпосередньо сумарну силу, що діє на протон в СВ  $K$ . В цій системі, відносно якої і магнітне поле  $B_y'$ , і протон рухаються разом зі швидкістю  $V$ , на нього діє електрична сила  $F_z^E = qE_z = -q\Gamma VB_y'$  і сила Лоренца  $F_L = qVB_y = q\Gamma VB_y'$ , направлені протилежно, але однакові за величиною (рис. 2):

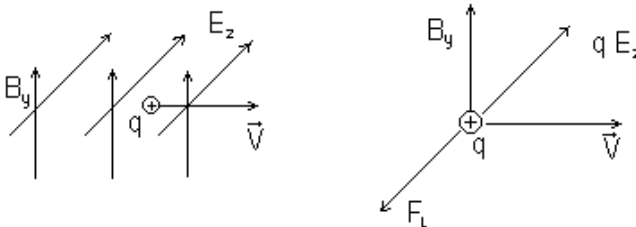


Рис.2. Електромагнітне поле в СВ  $K$  та сили, що діють на заряджену частинку.

Тому результуюча сила дорівнює нулю, як того і вимагає ПВ. Хоч протон відносно джерела магнітного поля не рухається, в К-системі магнітна сила, що діє на нього, не дорівнює нулю. Суттєвим тут є те, що протон рухається відносно СВ К в магнітному полі.

*Приклад 2.* Уявимо, що між пластинами конденсатора в СВ К' знаходиться в спокої протон. Чому дорівнює сила, що діє на нього в СВ К (рис. 3.)?

*Розв'язання.* Знаходимо спочатку за формулами (1) і (2) компоненти поля в СВ К:

$$E_y = \Gamma E'_y, \quad B_z = \Gamma \frac{V}{c^2} E'_y, \quad (13)$$

тому сумарна сила, що діє на протон, з урахуванням напрямку векторів поля та напрямку його швидкості, дорівнює:

$$F_y = F_y^E - F_y^L = \Gamma q E'_y - q V B_z = q E'_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}, \quad (14)$$

тобто в СВ К сила зменшилася в  $\Gamma$  разів у відповідності з вимогами СТВ (оскільки в СВ К' протон нерухомий, то повинно мати місце таке співвідношення між поперечними складовими сили

$$F_y = F'_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} \quad [2, 3, 7]).$$

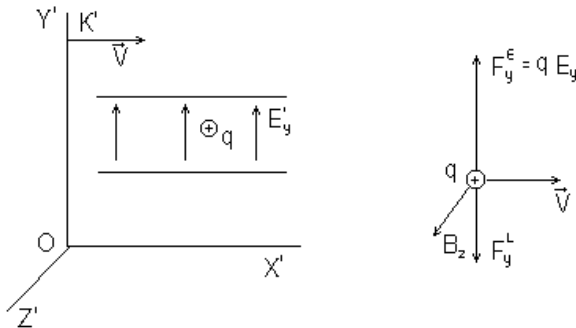


Рис. 3. Електромагнітні сили, що діють на протон в СВ К' та в СВ К.

Зауважимо, що, при бажанні, аналіз електромагнітних сил, які діють на протон в цих двох прикладах, можна покласти в ос-

нову доведення співвідношень (останнє можна розглядати як самостійне завдання учням чи як тему науково-оглядового реферату):

$$E_z = -\Gamma V B'_y \text{ та } B_z = \Gamma \frac{V}{c^2} E'_y \quad (15)$$

*Приклад 3.* У СВ  $K'$  в магнітному полі з індукцією  $B'_z$  знаходиться заряджений конденсатор разом з нерухомим протоном в ньому (рис. 4). Як повинна рухатися СВ  $K'$ , щоб в СВ  $K$  існувало а) тільки електричне поле; б) тільки магнітне поле? Знайти також силу, що діє на протон в СВ  $K$  у випадках а) і б).

*Розв'язання.* а) СВ  $K'$  повинна рухатися так, щоб індукція  $B_z$  в СВ  $K$  дорівнювала нулю. Тоді із формул перетворення (2) одержуємо:

$$B_z = \Gamma \left( B'_z + \frac{V}{c^2} E'_y \right) = 0, \text{ звідки } V = \frac{c^2 B'_z}{E'_y}, \quad (16)$$

де знак “-” означає, що СВ  $K'$  повинна рухатись у бік від'ємних значень осі  $X$ .

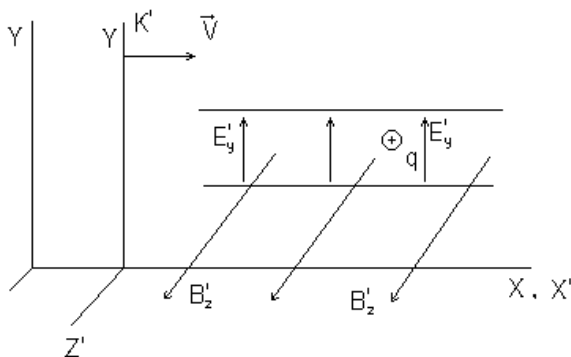


Рис. 4. Електромагнітне поле у СВ  $K'$  і СВ  $K$ .

Цей самий результат можна отримати на основі таких міркувань. Очевидно, що  $K'$ -система повинна рухатись так, щоб магнітне поле, яке породжується в СВ  $K$  рухомих електричних полем

$$E'_y \left( B_z = \frac{V}{c^2} \Gamma E'_y \right), \text{ повністю компенсувало магнітне поле}$$

$$B_z = \Gamma B'_z.$$



Із рис. 3 видно, що складова магнітного поля, яке породжується рухомим електричним полем  $E'_y$ , повинна бути направлена протилежно  $B'_z$  (у бік від'ємних значень осі OZ), що може бути тільки в тому випадку, коли швидкість руху СВ К' направлена в бік від'ємних значень осі OX (оскільки вектори швидкості  $V$ , напруженості рухомого електричного поля  $E$ , та вектор індукції магнітного поля, що виникає внаслідок руху цього електричного поля, утворюють правогвинтову систему). Тому чисельне значення швидкості руху СВ К' знаходимо із співвідношення:

$\Gamma B'_z = \Gamma \frac{V}{c^2} E'_y$ , що підтверджує (16). Таким чином, в СВ К буде існувати тільки електричне поле, напруженість якого за формулою (1) дорівнює  $E_y = \Gamma \left( E'_y + \frac{V}{c^2} B'_z \right)$ .

Враховуючи вираз (16) для швидкості  $V$ , одержуємо для значення сили, що діє на протон в СВ К:

$$F_y = qE_y = q\Gamma E'_y \left( 1 - \frac{c^2 \cdot B'^2_z}{E'^2_y} \right) = q\Gamma E'_y \left( 1 - \frac{V^2}{c^2} \right) = qE'_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} \quad (17)$$

у відповідності з вимогами СТВ.

б) Щоб у К-системі було відсутнє електричне поле, К'-система повинна рухатись із швидкістю, величина і напрямок якої визначається із другого співвідношення формули (1):

$$E_y = \Gamma (E'_y + VB'_z) = 0, \text{ тоді } V = -\frac{E'_y}{B'_z}, \quad (18)$$

що зрозуміло й із наступних фізичних міркувань.

Напруженість електричного поля в СВ К складається із двох доданків:  $\Gamma E'_y$  – напруженості поля, зумовленого перетворенням поперечної складової поля  $E'_y$  при переході із СВ К' до СВ К, і доданка, який зумовлений породженням електричного поля рухомим магнітним полем  $B'_z, \Gamma VB'_z$ . А результуюче електричне поле в СВ К, згідно умови задачі, дорівнює нулю. Отже, складова напруженості електричного поля  $\Gamma VB'_z$  повинна бути направ-

лена протилежно  $\Gamma E'_y$ , і, оскільки вектори  $\mathbf{V}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{E}$  при русі магнітного поля (і виникненню електричного поля напруженістю  $\mathbf{E}$ ) утворюють лівогвинтову систему, то необхідно, щоб СВ  $K'$  рухалася вліво (в напрямку від'ємних значень осі  $OX$ ) із швидкістю, яку знаходимо з рівності  $\Gamma E'_y = -\Gamma V B'_z$ , що еквівалентно (18).

Чому ж дорівнює сила, що діє на протон в саме такій СВ? Із загальних міркувань ясно, що ця сила буде менша від  $qE'_y$  у  $\Gamma$  раз. Впевнімося в цьому безпосередньо, враховуючи (8), і той факт, що на протон буде діяти тільки магнітна сила в СВ  $K$ :

$$F_y = qVB_z = qV \left( \Gamma B'_z - \frac{\Gamma V E'_y}{c^2} \right) = qE'_y \Gamma \left( 1 - \frac{V^2}{c^2} \right) = qE'_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}.$$

У загальному випадку (при довільному електромагнітному полі в СВ  $K'$  і довільній швидкості руху зарядженої частинки) для знаходження значення сили, яка діє на неї в СВ  $K$ , треба знайти за формулами (1) і (2) складові поля, а швидкість частинки в СВ  $K$  знайти за релятивістськими формулами додавання швидкостей.

Особливо наочним прикладом, який часто використовується в навчальній літературі для ілюстрації відносності електричного та магнітного полів, є аналіз взаємодії зарядженої частинки і довгого провідника зі струмом (рис. 5).

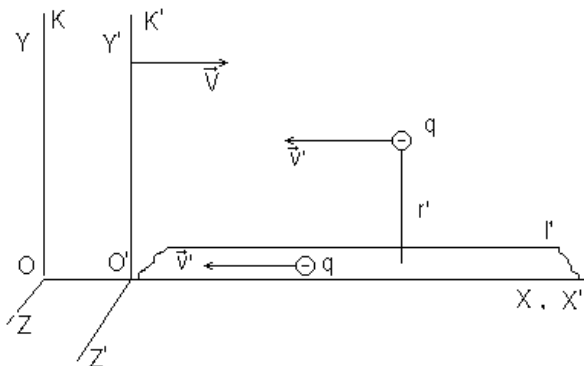


Рис. 5. Взаємодія електрона і провідника зі струмом.

*Приклад 4.* У СВ  $K'$  знаходиться нерухомий провідник, по якому протікає постійний струм. Вдovж провідника в площині

ХОУ в бік від'ємних значень осі ОХ рухається із швидкістю  $v'$  електрон. Знайти силу взаємодії між електроном і провідником зі струмом  $I'$  у СВ К. Пояснити явище виникнення об'ємного заряду в рухомому провіднику зі струмом.

*Розв'язання.* Індукція магнітного поля в точці знаходження електрона визначається за формулою:

$$B'_z = \frac{\mu_0 I'}{2\pi \cdot r'}, \quad (19)$$

де  $r'$  – віддаль електрона від провідника;

$$I' = j' \cdot S';$$

$$j' = \frac{n_0^- \cdot v' q}{\sqrt{1 - \beta'^2}} \text{ – густина струму в СВ } K';$$

$S'$  – площа поперечного перерізу провідника;

$n_0^-$  – концентрація електронів провідності у ВСВ;

$$\beta' = \frac{v'}{c}, \quad v' \text{ – дрейфова швидкість руху цих електронів.}$$

Тоді величина сили Лоренца, що діє на електрон в СВ  $K'$ , дорівнює:

$$F'_l = q v' \frac{\mu_0 I'}{2\pi r'}. \quad (20)$$

Якщо СВ  $K'$  разом із провідником і електроном рухаються зі швидкістю  $V = v'$ , то в К-системі електрон буде нерухомий, і тому до уваги в цій СВ згідно (1) слід брати тільки силу з боку електричного поля напруженістю  $E_y = \Gamma V B'_z$ :

$$F = q \Gamma V B'_z \quad (21)$$

Порівнюючи (20) і (21), бачимо, що  $F'_l = F \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$  (див. зауваження після формули (14)).

Ця задача надає можливість для унаочнення фізичного пояснення явища виникнення електричного поля в СВ К. Це електричне поле напруженістю  $E_y = \Gamma V B'_z$  створюється різною за величиною густиною об'ємного заряду електронів провідності та об'ємною густиною заряду позитивних іонів кристалічної ґратки.

Часто говорять, що провідник з струмом, який рухається в лабораторній СВ уздовж своєї довжини, в цій СВ характеризується деякою об'ємною густиною заряду (провідник зі струмом є “заряджений”).

Якщо СВ  $K'$  є власною СВ провідника зі струмом, то в лабораторній СВ  $K$ , відносно якої  $K'$ -система рухається зі швидкістю  $V = v'$ , електрони провідності будуть нерухомі, іони кристалічної ґратки мають швидкість  $V = v'$ . Тому густина заряду позитивних іонів в СВ  $K$  дорівнює:

$$\rho_+ = \frac{\rho_+^0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}, \quad (22)$$

а густина заряду електронів провідності (оскільки загально прийнятою умовою нейтральності провідника зі струмом в ВСВ є

$$\rho_+^0 = -\rho_-^0 = \frac{\rho_-^0}{\sqrt{1 - \beta'^2}} \quad [2, 5]):$$

$$\rho_- = \rho_-^0 = \rho_-^0 \cdot \sqrt{1 - \beta'^2}, \quad (23)$$

де  $\rho_+^0 = n_+^0 q$ ,  $\rho_-^0 = n_-^0 q$  – об'ємна густина заряду позитивних іонів і електронів провідності у ВСВ, відповідно;

$q$  – величина заряду електрона;

$n_+^0$ ,  $n_-^0$  – концентрація іонів та електронів у ВСВ, відповідно.

Отже, сумарна об'ємна густина заряду провідника зі струмом у СВ  $K$ :

$$\rho = \rho_+ - \rho_- = \frac{\rho_+^0 \cdot v'^2}{c^2 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \quad (*)$$

Таким чином, лінійний провідник із струмом у СВ, відносно якої він рухається, при геометрії задачі показаної на рис.5, характеризується лінійною густиною заряду  $\tau = \rho \cdot S$  і тому створює електричне поле напруженістю:

$$E_y = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 \cdot r} = \frac{\rho_+^0 v'^2 \cdot S}{2\pi\epsilon_0 \cdot rc^2 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \Gamma v' \cdot \frac{\mu_0 I'}{2\pi \cdot r} = \Gamma v B'_z, \quad (14)$$

що і співпадає з напруженістю поля, знайденою іншим шляхом (21).

Для простоти підрахунків ми розглянули випадок, коли  $V = v'$ . Зацікавлений читач, розглянувши більш загальний випадок  $V \neq v'$ , прийде до аналогічного висновку: в лабораторній СВ провідник зі струмом, що рухається вздовж своєї довжини з довільною за величиною швидкістю  $V$ , характеризується об'ємною густиною заряду (\*)

Зауважимо ще раз, що протиріччя, які виникають при використанні умови нейтральності  $\rho_+^0 = -\rho_-^0 = \frac{\rho_-^0}{\sqrt{1 - \beta'^2}}$  проаналізо-

вані в [16, 17, 18, 19], і там же запропоновані альтернативні вирішення цих протиріч в рамках моделі, зображеної на рис. 5.

Електродинаміка і спеціальна теорія відносності (СТВ) являються фундаментальними фізичними теоріями, що мають надзвичайно широке практичне й теоретичне застосування. Знайомство з методами сучасної фізики, ілюстрація та використання на конкретних прикладах фундаментальних положень електромагнетизму та принципів СТВ допомагає формуванню наукового світогляду учнів, виховує у них творчий підхід до знань. Аналіз подібних задач невимушено формує поняття про єдине електромагнітне поле. І ця єдність, як бачимо, може ілюструватися не тільки при вивченні явища електромагнітної індукції. В дидактичному аспекті в самому чистому вигляді єдине електромагнітне поле проявляється при аналізі взаємодії двох рухомих заряджених частинок [13]. На наш погляд, чіткого і повного уявлення про єдність і відносність електричного і магнітного полів неможливо досягти без вивчення елементарних основ СТВ.

Таким чином, аналіз цих питань, з огляду на перегляд змісту фізичної освіти в педагогічних ВНЗ і СНЗ [20, 21] та реалізацію загальних принципів дидактики (фундаментальність, науковість, системність і послідовність) є актуальним.

## Література

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М.: Наука, 1973. – 352 с.
2. Угаров В.А. Специальная теория относительности. – М.: Наука, 1977. – 384 с.
3. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма. – М.: ВШ, 1991. – 288 с.
4. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 5. – М.: Мир, 1966. – 290 с.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. – М.: Мир, 1966. – 343 с.
6. Парселл Э. Электричество и магнетизм: Учебное руководство: Пер. с англ. /Под ред. А.И. Шальникова и А.О. Вайсенберга. 3-е изд., испр. – М.: Наука, 1983. – (Берклиевский курс физики). – 416 с.
7. 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. 53–57.
8. Глазунов А.Т., Нурминский И.И., Пинский А.А. Методика преподавания физики в средней школе: Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика: Посobie для учителя. – М.: Просвещение, 1989. – 272 с.
9. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя. – К.: Рад. шк., 1990. – 208 с.
10. Гончаренко С.У. Фізика, 11 кл.: Проб. навч. посіб. для ліцеїв та класів природничонаукового профілю. – К.: Освіта, 1995. – 430 с.
11. Буряк В.К., Коновал О.А., Сергеев О.В. Ідеї теорії відносності при вивченні електродинаміки // Матеріали міжнародної конференції “Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти”. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – С. 155–160.
12. Коновал О.А. Особливості методики формування поняття “магнітне поле” // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №3. – С.24–26.

13. Коновал О.А. Формування уявлень про відносність та взаємозв'язок електричного та магнітного полів // Матеріали науково-практичної конференції “Засоби реалізації сучасних технологій навчання”. – Кіровоград, 28–29 березня 2003 р.

14. Малинин А.Н. Теория относительности в задачах и упражнениях. – М.: Просвещение, 1983. – 176 с.

15. Николаев Г.В. Парадокс Фейнмана и асимметрия лабораторной и движущейся систем отсчета. Стаття деп. в ВИНТИ, рег. №1937–75.

16. Коновал А.А., Панов В.П. Заряжен ли проводник, по которому протекает ток? Стаття деп. в ВИНТИ, рег. № 4318–80.

17. Мартинсон М.Л., Недоспасов А.В. О плотности заряда внутри проводника с током // Успехи физических наук. – 1993. – Т. 163. – №1. – С. 91–92.

18. Коновал А.А. Об объемном заряде проводника с током // Ком'ютерне моделювання та інформаційні технології в освітній діяльності: Збірка наукових праць. – Кривий Ріг, 1999. – С. 143–146.

19. Стратегічні проблеми формування змісту освіти курсів фізики та астрономії в системі загальної середньої освіти: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції.–Львів: Львівський національний університет ім. Івана Франка. 2002 р.

20. Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка. 1998. – 174 с.

## ПУТИ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ФИЗИКИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ВУЗЕ

Е.Г. Копанец, С.О. Даньшева, Ю.Е. Крот, Г.Н. Подус  
г. Харьков, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

Современная педагогическая наука большое внимание уделяет разработке и совершенствованию методик, способствующих повышению качества подготовки будущих специалистов.

Профилитрование курсов естественно-математического цикла, как один из методов повышения качества обучения в ВУЗе в учебно-методической литературе, рассматривается уже давно.

Для решения этой задачи на кафедре физики ХГТУСА используются такие направления профилитрования: корректировка рабочих программ с учетом особенностей специальности; чтение на старших курсах лекций по вопросам специальных приложений физики; изложение физических основ строительного производства в рамках курса «Введение в специальность».

В данной работе представлены итоги проведенных преподавателями кафедры физики ХГТУСА исследований, посвященных использованию в преподавании физики некоторых физических характеристик и методов исследования, представленных в ДСТУ Б.

Первым этапом стандартизации в Украине, в соответствии с ДСТУ 10-93, была разработка терминологической системы в различных отраслях знаний, в том числе и в области строительства. В связи с тем, что опорной базой строительной науки является физика, в ДСТУ Б. представлен широкий спектр физических величин, методов исследования и даже эффекты (в ДСТУ БА. 1.1-49-94 описан, например, эффект Мессбауэра).

В строительной индустрии с измерениями физических величин приходится иметь дело при неразрушающем контроле качества материалов и изделий, а также при обследовании зданий и сооружений. Любые экспериментально полученные результаты измерений нуждаются в последующей математической обработке, в значительной степени определяющей качество получаемой информации.



Система ДСТУ непрерывно совершенствуется. В ДСТУ, созданных в последние годы, наряду с терминологией и методикой измерений, приводится математическая программа расчетов и технические характеристики приборов (см., например, ДСТУ 4035-2000 или его российский аналог ГОСТ 25380-2001).

В ДСТУ БВ.2.1–5–96 с целью оценки точности измерений приведена методика статистической обработки результатов физических измерений строгими математическими методами.

В таблице представлены физико-технические характеристики, являющиеся номенклатурными показателями качества строительных материалов. Они широко используются при решении основных задач, стоящих перед строительной наукой: создание искусственной среды жизнедеятельности человека, внедрение энергосберегающих технологий и обеспечение экологической чистоты среды обитания.

Таблица

№ п/п	Характеристика	Обозначение, единицы измерения	Определение
1	2	3	4
1	Механическое напряжение	$\sigma = F/S_0$ [ $\sigma$ ]=Па	Сила, действующая на единицу площади поперечного сечения деформированного тела
2	Предел прочности при сжатии (растяжении)	$\sigma_M = F_M/S_0$ $R = \sigma_M$	Условное напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, которую выдерживает образец при испытании на сжатие (растяжение) без разрушения
3	Марка материала по прочности	$M$	Предельное значение прочности материала в стандартном интервале. Например, $M300$ соответствует значению: $35 \text{ МПа} \geq \sigma_M \geq 30 \text{ МПа}$
4	Модуль упругости	$E = \sigma/\varepsilon$	Характеристика упругих

1	2	3	4
	гости при одноосном сжатии (растяжении)	$[E]=\text{Па}$	свойств материала, коэффициент пропорциональности между $\sigma$ и $\varepsilon$
5	Относительное удлинение	$\varepsilon=(l-l_0)/l_0$ $[\varepsilon]=1$	Характеристика деформации, созданной в теле
6	Предел текучести (условный)	$\sigma_{0,2}$	Напряжение, которое соответствует остаточной деформации 0,2%
7	Твердость	$H$	Твердость – свойство материалов оказывать сопротивление деформации или разрушению при локальном силовом воздействии. Характеризуется проникновением в данный материал тела из другого, более твердого, материала
8	Модуль сдвига	$G=\tau/\gamma$ $[G]=\text{Па}$	Характеристика упругих свойств материалов, коэффициент пропорциональности между напряжением сдвига $\tau$ и упругой деформацией сдвига $\gamma$
9	Вязкость	$\eta = \frac{\tau}{dV / dy}$ $[\eta]=\text{Па}\cdot\text{с}$	Свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной её части относительно другой при сдвиге
10	Коэффициент теплопроводности (теплопроводность)	$\lambda = \frac{Qh}{St(T_1 - T_2)}$ $[\lambda] = \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$	Количество теплоты, проходящей через единицу площади образца единичной длины в течение единицы времени при разности температур в 1 К на противоположных плоскпараллельных сторонах образца

1	2	3	4
11	Удельная теплоемкость	$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$ $[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	Количество теплоты для нагревания 1 кг материала на 1 К
12	Коэффициент звукопоглощения	$\alpha = \frac{W_{\text{погл}}}{W_{\text{пад}}}$ $[\alpha] = 1$	Отношение звуковой энергии, поглощенной материалом, к звуковой энергии, падающей на материал
13	Коэффициент звукоизоляции	$R_{\text{ак}} = 10 \lg \frac{I_1}{I_2}$	Определяется отношением интенсивности звука, прошедшего через материал, к интенсивности звука на входе в материал
14	Удельная активность	$a = \left  \frac{A}{m} \right  = \left  \frac{\lambda N}{m} \right $ $[a] = \text{Бк/кг}$	Удельная активность – число распадов за единицу времени в распадающемся веществе единичной массы

Большинство из приведенных в таблице характеристик регламентирует стандарт ДСТУ БА.1.-5-94, некоторые характеристики приведены и в других ДСТУ. Например, теплофизические свойства строительных материалов представлены также в ДСТУ БА.1.1-48-94, ДСТУ 4035-2001, звукоизоляционные – в ДСТУ БВ. –19-2000. Термин «вязкость цементных паст и растворов» определен в ДСТУ БА.1.1-51-94, радиационные свойства описаны в ДСТУ БА.1.1-67-95 и в ГОСТ 30108-94.

Проанализируем характеристики материалов, приведенных в таблице. Так как эти характеристики являются номенклатурными показателями качества строительных материалов, то наиболее полно в таблице представлены механические свойства. Это обусловлено тем, что именно эти свойства определяют в основном качество строительных материалов, а марка по прочности является их основным классификационным параметром. В связи с тем, что цементные пасты и растворы обладают вязкоупругими свойствами, в таблицу включена вязкость как один из основных

реологических параметров. Тепловые свойства представлены коэффициентом теплопроводности и удельной теплоемкостью. Тепловые свойства материалов играют важную роль в решении проблем энергосбережения в зданиях и в обеспечении выполнения новых нормативов по теплоснабжению. Численное значение отношения толщины стеновой панели к теплопроводности определяется термическим сопротивлением  $R_T = h/\lambda$ , где нормативное значение  $R_T$  для первой температурно-климатической зоны Украины принимается равным  $2,2 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ .

Акустические характеристики представлены коэффициентами звукопоглощения и звукоизоляции. Они впервые включены в ДСТУ в 2000 г. (ДСТУ БА.2.6-19-2000) и связаны с реакцией материалов на действие звука. В конечном счете эти показатели определяются превращением звуковой энергии в тепловую в исследуемом материале (изделии).

Последняя из характеристик, содержащихся в таблице – удельная активность. Она широко используется при решении проблем, связанных с обеспечением норм радиационной безопасности, и указывается в рекламных проспектах строительных материалов.

Завершая анализ номенклатурных показателей качества строительных материалов, отметим, что представляется целесообразным ознакомление с ними студентов в рамках изучения или курса физики, или специальных приложений физики, так как это способствует решению важнейших методических задач преподавания строительных дисциплин: выявлению их связи с базовыми науками и согласованию изучаемого материала в разных курсах физики. Ознакомление студентов с физическим содержанием ДСТУ призвано способствовать формированию у них устойчивого интереса к изучению физики.

## ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НЕ ФІЗИЧНИХ ФАХІВ

С.Л. Кордюк<sup>1</sup>, Г.М. Швець<sup>2</sup>

<sup>1</sup> м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України

<sup>2</sup> м. Дніпропетровськ, Дніпропетровська державна медична академія

Знання основних понять і законів фізики необхідні для вивчення багатьох інженерних наук, оскільки її розвиток тісно пов'язаний з практичною діяльністю. При викладанні фізики студентам не фізичних фахів важливо підкреслювати і поєднувати її фундаментальність і практичність.

На наш погляд, після ознайомлення студентів з основними поняттями і законами розділу фізики, що вивчається, бажано показати, як вони використовуються для рішення практичних питань.

Це пояснює зміст загальних положень, підіймає зацікавленість студентів до викладеного матеріалу і збагачує їх корисною для практичної діяльності інформацією. Все це виправдовує витрачений час.

Наприклад, після викладання, згідно з програмою, основних понять і законів термодинаміки для студентів-металургів, корисно підкреслити, що термодинамічний метод є одним з найбільш ефективних методів дослідження металів і сплавів [1, с. 248]. Для його застосування потрібно мати вираз одного із термодинамічних потенціалів, які розраховують на основі емпіричної інформації, або, виходячи із теоретичної моделі.

У цій роботі ми пропонуємо для демонстрації практичної цінності термодинаміки і поглиблення теоретичного матеріалу простий вираз для вільної енергії, запропонований Б.Д. Рейнфордом і Д.Н. Едвардсом [2] для пояснення особливостей термодинамічних якостей металевого церія.

$$F = \frac{1}{2} B(V - V_2)^2 + RT[x \ln x + (1 - x) \ln(1 - x) - x \ln(2j + 1)] - b \frac{V - V_0}{V} x$$

У цьому виразі перший член – пружня енергія ґратки, другий – ентропійний член, останній – енергія атомних рівнів,

$j = \frac{5}{2}$  – кутовий момент збуджених іонів церія,  $V$  – об'єм,  $B$ ,  $V_\alpha$ ,

$V_0$ ,  $b$  – параметри моделі.

Модель заснована на уявленні, що іони церія у металі можуть знаходитися на двох різних рівнях, переходячи з одного на другий під впливом зовнішніх параметрів.

Ця проста модель дозволяє обчислити весь комплекс термодинамічних характеристик при різних тисках і об'ємах [3]. На її прикладі студентів можна познайомити з явищем алотропного фазового перетворювання і побудувати криву фазових перетворювань на P-T площині.

Цікаво, що ця крива закінчується у критичній точці, що збігається з експериментальними даними. Модель дозволяє обчислити критичну поведінку церія [4]. Тому, на прикладі цієї моделі, студентів можна познайомити з критичними явищами. Їхнє дослідження є фундаментальною проблемою фізики і викликає велику зацікавленість, оскільки в різних класах систем протікають по універсальним сценаріям.

Звичайно, студентів ознайомлюють з критичними явищами на прикладі неідеального газу Ван-дер-Ваальсу. Але на наш погляд, їхній розгляд на прикладі металевого церія викликає у студентів-металургів більшу зацікавленість.

Таким чином, на основі сучасних досліджень, у студентів формується уявлення про тісний зв'язок фундаментальних і практичних питань фізики.

#### Література:

1. Харьков Е.И., Лысов В.И., Федоров В.Е. Термодинамика металлов. – К.: Высшая школа, Главное издательство, 1982.
2. Rainford B.D., Edwards D.M. A simple theory of the  $\gamma$ - $\alpha$  transition in cerium // Journ. Magn. Mat. – 1987. – v.63-64, p. 557-559.
3. Солдатова У.В., Швец Г.Н. Термодинамика простой модели  $\gamma$ - $\alpha$  перехода в церий. Деп. в ВИНТИ 06.10.89 Т6143 – В89.
4. Солдатова У.В., Швец Г.Н. Термодинамическая устойчивость церия в области критического  $\gamma$ - $\alpha$  перехода // Журнал физической химии. – 1990 – т.64, №6 – с. 1655-1657.

## ТРОПІЧНІ УРАГАНИ ЯК ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ФЕНОМЕН

К.В. Корсак, С.К. Корсак  
м. Київ, Інститут вищої освіти АПН України  
Korsak@iep.uninet.kiev.ua

Серед найважливіших подій в освітній сфері України останнього часу – поява проекту Державних стандартів базової і повної середньої освіти [1] як першого кроку до виконання положень Закону України “Про загальну середню освіту” й постанов про перехід на 12-річний термін навчання. Як і всі громадяни України, ми сподіваємося на подальше підвищення якості національної обов’язкової освіти, на перетворення її в надійну базу успішної роботи системи вищих навчальних закладів. Та для цього необхідно забезпечити ефективність навчального процесу і створити для учнів умови глибокого емоційного сприйняття змісту різноманітних предметів, стимулювати їх до роздумів і пошуків додаткової інформації в позаурочний час.

Аналіз змісту згаданих стандартів під цим кутом зору переконує в тому, що вони далекі від досягнення рівня високої привабливості для учнів підліткового віку, яким не пропонується майже нічого з вивчення найбільш цікавих для них природних явищ. Дійсно, в рамках фізики для основної і старшої школи розглядатимуться лише “фізичні характеристики природного середовища” і елементарні знання про водяну пару і вологість повітря. Так само абстрактним є зміст основ природознавства і географії – декларується намір в програмі основної школи використати збереження речовини і енергії в природних процесах й пояснити їх “спрямування до найімовірнішого стану”(?), а в старшій вивчати “структуру та особливості розвитку літосфери, атмосфери і гідросфери” [1, с. 8].

Тимчасом, шкільні курси природознавчих предметів мають дуже широкі можливості для проблемного викладу, для активізації уваги і цікавості учнів, для перетворення стандартного курсу в частину роботи Малої академії наук. Ми пропонуємо приклад цього – використання фізичних законів і величин, які входять в програму фізики, для первинного наукового дослідження

такого феномену природи, якими є тропічні циклони (урагани і тайфуни).

Для привернення уваги учнів досить зачитати спокійний та урівноважений опис цього явища з будь-якої енциклопедії ([2] чи ін.):

*Ураганами* називають рухомі тропічні циклони, які народжуються в океанах у певних місцях поблизу екватора. Колиска атлантичних ураганів розташована переважно в регіоні Вест-Індії (зокрема, в Карибському морі і Мексиканській затоці) і являє собою своєрідну зону штилю чи дуже слабких вітрів незначної сили й змінного напрямку. Якщо Атлантика має лише одну таку зону, то Тихий океан – дві, які створюють грізні тайфуни на північ і на південь від екватора.

Ураган – складна вихрова система швидкого руху повітря по спіралі навколо центра з дуже низьким атмосферним тиском. У центрі вітру практично немає і небо може бути чистим, а от у зоні вітрів водяна пара конденсується і утворює туман і хмари. Сила вітрів тим дужча, чим нижчий тиск у центрі урагану. Вона максимальна поблизу центра і знижується на периферії урагану. Внаслідок цього діаметр зони руйнівних вітрів невелика, рідко перевищуючи 240 км. Шкала ураганів досить проста – п'ятибальна. Для категорії 1 швидкість вітру 33 м/с, а от для рекордсменів з вітром "на п'ятірку" – понад 70 м/с. Типова форма траєкторії подібна на параболу, а швидкість переміщення всього гігантського вихору разом з центром збільшується при зростанні відстані від екватора. Найбільша швидкість вітрів відповідає зоні додавання обох рухів – поступального і обертального. Рекордним ураганом Атлантики в XX ст. був Gilbert (1988), який завдав шкоди Ямайці і Мексиці. Швидкість вітру в ньому перевищувала 350 км/год.

Легко розшукати і продемонструвати фото, слайди чи інші свідчення дії подібної сили вітрів і створених ними хвиль на природне і антропогенне середовище – будинки, прибережні споруди, ліси та ін. Для цього можуть придатися книги [3, 4], чи інші джерела інформації.

Проблемну ситуацію вчитель може створити наступними запитаннями: "Чому в тропіках вітри такі потужні?", "Чи можуть



подібні вихори приходять в Україну?”

Вчитель фізики чи географії має багаті можливості дати вичерпні відповіді на ці запитання, спираючись на формули і закони шкільної фізики. Ми відмовимося від надмірно теоретичного аналізу, який пропонує Л.Ф. Черногор в курсі “Природознавства” [5, с. 119-120].

Джерелом енергії ураганів є теплота пароутворення, яку віддає в атмосферу водяна пара в процесі конденсації й утворення хмар. В найнижчі шари атмосфери водяна пара потрапляє з поверхні водою внаслідок вильоту найшвидших молекул. Цей процес супроводжується зниженням температури рідини (адже в ній залишаються більш повільні і “холодні” молекули). Нагрівання поверхні й підтримка неперервності пароутворення відбувається в переважній більшості водою на поверхні Землі внаслідок поглинання видимого і невидимого випромінювання Сонця. Лише окремі водойми у вулканічних зонах живляться внутрішньою тепловою енергією Землі.

Отже, пара переносить з води у повітря поглинуту водою енергію сонячного випромінювання. Кількість цієї пари залежить насамперед від температури повітря над водою і швидкості вітру, який може переносити пару в інше місце й знижувати цим її концентрацію над водною поверхнею. Якщо подібного перенесення немає (стан нерухомості повітря називають “штиль”), то пара легко досягає насичення і накопичує в собі всю чималу енергію, яка була витрачена на її утворення.

Якщо температура всієї системи підвищується, то густина насичуючої пари і кількість води у повітрі швидко зростає. Наприклад, при температурі  $+30^{\circ}\text{C}$ , що не є дивиною для літньої пори в Україні, густина насичуючої пари  $30,3 \text{ г/м}^3$ , а при  $+40^{\circ}\text{C}$  – аж  $52 \text{ г/м}^3$ . Саме такі умови нерідко виникають у приекваторіальній (тропічній) зоні Землі, де й утворюються урагани з швидкостями вітру, яка не зустрічається в помірних широтах.

Спробуємо на основі шкільної фізики обчислити можливу швидкість вітру в тому, разі, коли *вся* енергія конденсованої пари перетвориться в кінетичну енергію поступального руху повітря. Вихідні кількісні дані такі: у зоні штилю температура повітря над рівнем моря  $+40^{\circ}\text{C}$ , а решту параметрів розшукуватимемо в шкільних довідниках з фізичними константами.

Відтак, при  $+40^{\circ}\text{C}$  насичене водяною парою повітря температури містить 52 грами води на кожний кубічний метр повітря. Вагомість цього показника легше усвідомити, якщо обчислити кількість води у кубічному кілометрі такого повітря – аж 52 000 тонн. А це вже чимале озеро! Тому напередодні типової літньої грози у повітрі накопичуються мільйони тонн пари, конденсація якої виділяє грандіозні кількості енергії, що і є джерелом найбільш небезпечних для людини явищ під час гроз та ураганів.

Для нас важливо хоча б приблизно підрахувати виділення енергії. Будемо вважати, що під час конденсації пари спершу утвориться вода у вигляді мікроскопічних крапельок окропу, а пізніше цей окріп швиденько охолodиться до температури оточуючого повітря, надавши йому дві порції енергії – теплоту конденсації  $Q_1 = \lambda m$  (тут  $\lambda$  – питома теплота випаровування води при  $+100^{\circ}\text{C}$ , а  $m$  – її маса) та теплоту подальшого охолodження  $Q_2 = cm(\theta - t)$  (а тут  $\theta$  і  $m$  – температура і маса окропу,  $t$  – температура оточуючого повітря,  $c$  – питома теплоємність води).

Отже, в тому ідеальному випадку, коли вся ця теплова енергія цілковито перетвориться у кінетичну енергію руху теплового повітря, ми зможемо обчислити необхідну нам швидкість цього руху, спираючись на *закон збереження енергії* – у замкненій системі (а саме такою ми вважаємо насичене водяною парою тепле повітря, адже процес відбувається швидко і енергія не встигає перейти в інше місце) її повна енергія в будь-яких можливих природних чи штучних процесах завжди залишається сталою, хоч і може перетворюватися з одного виду в інший (у даному випадку – з теплової в кінетичну, точніше, з енергії невпорядкованого хаотичного руху безлічі молекул повітря і пари в потужний поступальний рух всього об'єму повітря).

Серед людей подібний процес відбувався не раз і завжди з негативними наслідками. Немало кораблів затонули тому, що хаотичний рух пасажирів на їхній верхній палубі змінювався упорядкованим (привід банальний – всі хотіли на щось там подивитися...). Такий упорядкований рух завершувався скупченням на одному з бортів і негайним перекиданням не надто стійкого і перевантаженого людьми корабля догори дном. Неодноразово преса описувала жахливі наслідки того, як злива чи інша причина перетворювала безтурботний невпорядкований натовп, члени

якого до того рухалися повільно, неупорядковано і на малі відстані, у зливу масу потоку сотень людей, які прагнули сховатися від дощу чи іншої неприємності. Одна з найвідоміших катастроф недавнього часу – загибель десятків молодих людей у Мінську. Тисячі зібралися на дегустування пива та інші розваги. Це відбувалося на відкритій ділянці парку в центрі міста неподалік від входу в метро. У піку розваги несподівано розпочалася густа і прохолодна літня злива. Миттєво сформувалася лавина охочих сховатись у тунелі входу в метро. Ось тільки утримати рівновагу на полірованих камінних східцях входу було неможливо... Наслідки потім ще довго обговорювали у світовій пресі, а мінчани не забудуть цю гекатомбу ніколи.

Та повернемося до наших обчислень за простою формулою  $E_k=Q$ , або

$$MV^2/2=Q_1+Q_2=m[\lambda+c(\theta-t)] \quad (1)$$

де  $M$  – маса всього повітря, що приходить у рух після конденсації пари. Для обчислення цих мас використаємо рівняння газового стану, куди, як відомо входять газова стала і молекулярна маса газу. Не будемо витрачати місце на банальні алгебраїчні перетворення і наведемо ту заключну формулу, за якою і обчислюватимемо максимальну швидкість вітрів у тропічних ураганах:

$$V=\{2\rho RT[\lambda+c(\theta-t)]/\mu p_0\}^{1/2} \quad (2)$$

Для отримання швидкості у метрах за секунду необхідно підставляти всі числові значення в одиницях системи СІ. Наприклад, густина пари у цьому разі така:  $\rho=0,052$  кг/м<sup>3</sup>; молярну масу повітря слід взяти рівною  $\mu=0,029$  кг/моль, а його тиск вважати близьким до нормального ( $p_0=100\ 000$  Па) та ін.

Нехтуючи масою конденсованого з пари окропу (він складатиме близько 1/30 маси повітря) і обчислюючи кінцеву швидкість  $V_{max}$  повітря за формулою (2), яку воно набуде після виділення у ньому теплової енергії пари й повного перетворення її в кінетичну енергію поступального руху, ми приходимо до запаморочливого показника:  $V_{max}\approx 484$  м/с.

Це страшенно багато!

Уявити собі наслідки подібного урагану неможливо, адже подібний вітер рухався б набагато швидше швидкості звуку в повітрі і поступався б лише невеликій частині сучасних бойових літаків. Він знищив би практично всі споруди людей, які хоч

трошки стирчали б над поверхнею ґрунту. Повидирав би з нього всі дерева, кущі, кущики і навіть траву. Підняв би в повітря і перетворив у снаряди і кулі всі предмети. Рухаючись з такою швидкістю, дошка при ударі торцем могла б пробити броню бойової машини піхоти чи борт корабля.

Що це не порожні перебільшення свідчать непоодинокі фотографії товстих пальм та інших дерев, наскрізь пробиті дошками з дерев'яної тари, які неслися в повітрі під впливом вітрів реальних тропічних ураганів зі швидкістю приблизно 60-70 м/с. У разі швидкості 484 м/с їхня енергія була б щонайменше в півсотні разів більшою! У всіх тропічних ураганах головною небезпекою для людей є саме інертні предмети, що підхоплені вітром і, наче скажені, мчать над поверхнею Землі. Винятком з цього правила є ситуація на атолах та інших територіях узбереж, які розташовані всього на кілька метрів на рівнем моря (Бангладеш, район Орлеану та ін.) Хвилі у цьому разі стають основними вбивцями. Вони можуть знищити й цілу країну – саме так сталося з республікою Соломонові острови напередодні 2003 року.

Нам залишилося на закінчення нашої короткої спроби застосування шкільної фізики до атмосферних процесів у тропічних широтах підрахувати ще й коефіцієнт “корисної дії” ураганів, точніше, коефіцієнт  $\eta$  перетворення теплової енергії в механічний рух повітря і роботу по створенню хвиль на воді, розгону до великої швидкості руху піднятих у повітря предметів чи деструкцію будівель та інших споруд.

Зробити це дуже легко – досить поділити кінетичну енергію руху повітря в ураганах тропічних широт на енергію конденсації водяної пари. Вважатимемо, що йдеться про категорію 5, відтак, швидкість вітру  $V=70$  м/с. Тоді

$$\eta = E_k/Q = 0,5m(V)^2 / 0,5m(V_{max})^2 = (V/V_{max})^2 \quad (3)$$

Обчислення дають, що шуканий нами коефіцієнт перетворення теплової енергії в механічну (це процес притаманний всім тепловим машинам) становить усього 2,1%. Це мало не в 20 разів менше, як у сучасного дизеля чи бензинового двигуна автомобіля. Подібний низький коефіцієнт корисної дії мали парові машини на самому початку своєї появи, коли вони були дуже недосконаліми і втрачали багато енергії внаслідок очевидних недоліків виконання (наприклад – нещільного прилягання поршня до

циліндра тощо).

Для людини низький “коефіцієнт корисної дії” ураганів, як теплових машин, що працюють на тепловій енергії нижніх шарів атмосфери Землі, є, погодьтеся, дуже сприятливою обставиною. У разі “вдосконалення” Природою цих великих конструкцій до стадії сучасних теплових двигунів автомобілів чи літаків швидкість вітрів у тропіках наблизилася б до половини швидкості звуку. Подібні вітри руйнували б все на своєму шляху і примусили б людей весь час приходу ураганів ховатися в глибоких печерах чи протиатомних укриттях.

Чи варто вважати урагани “поганими” і вплинути на природу так, щоб вони взагалі не виникали? Адже не буває розглянутих нами надгрізних тропічних ураганів безпосередньо на екваторі чи на невеликій відстані від нього у напрямках до обох полюсів. Теоретично це бажано, але потенційно навряд чи доцільно. Небезпечна ситуація виникає в умовах надмірного накопичення теплової енергії у насиченому водяною парою гарячому повітрі. Розрядка цієї кризи відбувається швидко і рішуче саме шляхом виділення надлишкової енергії в урагани і перенесення ними її з одних місць Землі (надмірно гарячих) у більш холодні. Люди у наш час вчаться, з одного боку, своєчасно помічати утворення, розвиток і наближення ураганів (у цьому страшенно допомагають спеціалізовані супутники Землі), з другого – більш надійно будувати свої споруди, не наражати їх на небезпеку ударів ураганних хвиль, на затоплення припливно-вітровою хвилею та ін.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Державні стандарти базової і повної середньої освіти // Освіта України. - №1-2 (400). – 14 січня 2003. – С. 2-14.
2. Большая Энциклопедия Кирилла и Мефодия 2000. – 2CD-ROM, КМ 1999, БРЭ 1996.
3. Великие катастрофы XX века. Автор-составитель Кудрявцев А. – М.: Мартин, 2002. – 463 с.
4. 100 великих катастроф. Авторы составители: Н.А. Ионина, М.Н. Кубеев. – М.: Вече. 1999. – 496 с.
5. Чорногор Л.Ф. Природознавство. Інтегруючий курс. Навчальний посібник. – Харків: ХНУ, 2000. – 415 с.

## ПРО МЕЖІ СКОРОЧЕННЯ КУРСІВ ФІЗИКИ У ВИЩИХ ШКОЛАХ

О.І. Косенко<sup>1</sup>, Ж.П. Ольховська<sup>1</sup>, К.В. Корсак<sup>2</sup>

<sup>1</sup> м. Київ, Національний аграрний університет

<sup>2</sup> м. Київ, Інститут вищої освіти АПН України

Korsak@iep.uninet.kiev.ua

На багаторічному шляху від першого класу до отримання диплому й початку самостійної праці за фахом кожна людина стикається з десятками предметів і дисциплін, які, принаймні в ідеальному варіанті, формують певний цілісний комплекс, кожний елемент якого має забезпечувати якийсь позитивний результат, досягнення визначеної часткової мети.

За рідкісними винятками, ця мета полягає у формуванні в учнів під час вивчення даного предмету чи дисципліни нормативного обсягу знань, умінь і навичок, точніше, задовільного рівня *компетентності*, як реалізаційних можливостей та здібності успішно виконувати певну роботу – викладати мову, конструювати машини, планувати і здійснювати наукові дослідження тощо. Інакше кажучи, існування уроків, лекцій, лабораторних робіт чи інших видів занять в навчальному плані середніх чи вищих шкіл може вважатися виправданим лише у тому разі, коли вони нададуть учням (студентам) не первинну і розрізнену інформацію, яка не має помітного практичного ужитку, а ту мінімальну компетентність, яка перетворює навченого з безплідного мрійника в ефективного працівника.

На наш погляд, проблеми визначення межі між практично недоцільним надто поверховим і короткочасним навчанням-ознайомленням та по-справжньому корисним курсом необхідної тривалості, що гарантує для більшості студентів отримання результативної предметної компетентності, в Україні надається надто мало уваги. Цей недолік посилюється тією обставиною, що бракує комплексних психолого-педагогічних пошуків найбільш оптимального дистанціювання окремих занять у часі.

Можна стверджувати, що загалом в Україні початку XXI століття існує якийсь невисловлений офіційно і не доведений науково консенсус щодо повної неістотності для інтегральної

ефективності навчання інтервалів між заняттями та варіантів вибору форм самих цих занять. В усіх вищих школах України вважається, що для рівня засвоєння студентами знань з тієї чи іншої дисципліни істотна лише одна величина – астрономічна тривалість занять, а все інше – частота занять, їх форма, час проведення, сусідство з іншими дисциплінами і видами навчальних заходів на багато порядків поступається за важливістю цій тривалості.

Подібна ситуація сформувалася за сотні років існування вищої освіти і, на жаль, вважається самоочевидною. Тимчасом, цей підхід не можна вважати по-справжньому науковим, адже комплексних експериментів з різними варіантами навчальних планів, вибором дисциплін і способів часового і просторового розташування, а також методів викладання, як нам відомо, ніхто не проводив. Лише поодинокі науковці, спираючись переважно на інформацію з нейромолекулярної біології та інших наук, що вивчають мозкову діяльність людини, пропонують нові способи організації процесу викладання певних дисциплін. Наприклад, у статті Корсака К. і Зінченко Т. в часописі “Вища освіта України” слушно вказується, що великі інтервали між уроками чи лекціями з тих дисциплін, які відзначаються “сухістю” і неемоційністю інформації та її подання, неминуче ведуть до дуже низької результативності всього курсу [1]. Наведемо їх докази надмірно низької результативності неінтенсивного навчання: “Нейтральні записи у мозку підкоряються “кривій забування” Еббінгауза, яку наближено можна відтворити експоненціальним законом. Отримана ... і збережена у мозку учня чи студента інформація швидко зменшується з самого початку припинення її надходження. Рознесення неемоційних уроків і лекцій у часі не дає змоги ефективно накопичувати нейтральну інформацію. Педагогічна практика всіх країн світу переконує у тому, що зарадити цій проблемі можна концентрацією занять, зближенням їх у часі для того, щоб інформація з першого заняття зберігалася у достатньому обсязі для того, аби успішно сприйняти наступне” [1, с. 77].

Найбільш поширений і відомий приклад подібного неефективного малоінтенсивного навчання є ознайомлення студентів молодших курсів з іноземними мовами. Найчастіше одне заняття буває раз на тиждень, а тому до наступного разу студент міцно

забуває практично все почуте першого разу. Лише висока самодисципліна та виключно вдале планування свого часу може час-тково зарадити ситуації – “ідеальний” студент витратить досить особистого часу на підготовку до наступного заняття і отримає від нього реальну користь. На жаль, перенасичення навчальних планів надмірною кількістю окремих невеликих дисциплін веде до перевантаження студентів самостійною підготовкою до кожної з них, адже кожен викладач застосовує один і той же засіб “активізації” молоді, задаючи завдання і жорстко вимагаючи їх виконання перед кожним черговим заняттям.

Роз’єднати кінці зачарованого кола “малоінтенсивні заняття з викладачем – великий обсяг домашніх завдань” можна лише підвищенням інтенсивності занять (збільшенням кількості тижневих лекцій і семінарів) та їх емоційності. Саме таким шляхом, як нам відомо, йде керівництво Національного університету “Києво-Могилянська Академія”, де практично весь визначений навчальними планами час на вивчення англійської мови сконцентрований на першому курсі. Ця інновація є чи не найважливішим елементом тих засобів, які використовуються в цьому закладі для швидкого досягнення достатньої мовної компетентності студентів і подальшого читання частини дисциплін англійською мовою.

Ще одна “біла пляма” дисциплінарної дидактики в сфері вищої освіти – чітке визначення мінімального обсягу інформації, необхідної для формування продуктивної компетентності студентів. Пояснимо це поняття на прикладі вивчення іноземної мови.

Знання кількох чи навіть десятків іноземних слів не формує продуктивну компетентність, адже людина з подібним словниковим запасом не зможе прочитати і зрозуміти найпростіший текст, не кажучи про його сприймання у звуковій формі.

Чи формує мінімальну продуктивну мовну компетентність знання 300-400 слів? Щодо спілкування – напевне ні. Менш однозначний висновок щодо читання, адже більшість порівняно простих текстів відсотків на 80-90 складаються саме з цих слів. Наші сумніви щодо 400-слівного мінімуму продуктивної мовної компетентності полягають не лише в необхідності досить глибокого засвоєння основ граматики, але й у потребі знання більшої кількості слів – кожне з цих 400 слів може мати різні часові чи



інші форми, які слід знати і добре відрізнити від усіх інших.

З наведених міркувань випливає, що мінімальна продуктивна мовна компетентність є дуже великим комплексом різноманітної інформації. Настільки великим, що чимало учнів і студентів так і не можуть набути його, хоч побували на сотнях занять з іноземної мови (ми враховуємо суму навчального часу середньої і вищої шкіл разом).

Можливо, феномен великого обсягу мінімальної продуктивної компетентності є виключною особливістю процесу засвоєння англійської мови, а в інших предметів і дисциплін все інакше?

Схоже, що короткої і однозначної відповіді на це питання не існує. Є предмети і дисципліни, де особливості притаманного їм змісту і справді зменшують обсяг мінімальної продуктивної компетентності до порівняно невеликого значення. Наприклад, в рамках арифметики, геометрії чи алгебри засвоєння не всієї можливої інформації, а лише частини (правил додавання і віднімання, властивостей трикутника чи формул для обчислення коренів квадратного рівняння), дає змогу учневі одразу ж результативно використовувати її на практиці. Однак, коли ми бажаємо навчити студентів знаходити розв'язки диференціальних рівнянь, то ситуація докорінно змінюється – викладачам доводиться витрачати дуже багато часу на формування у студентів мінімальної продуктивної компетентності для результативної роботи з подібними рівняннями.

А що можна сказати про таку важливу фундаментальну науку, як фізика? Які обсяги мінімальної продуктивної компетентності необхідні учням і студентам?

Тут, як і випадку математики, перехід від середньої школи до вищої супроводжується великим збільшенням обсягу мінімальної продуктивної компетентності, необхідної для використання набутих знань на практиці. Власне, нічого дивного тут немає, адже шкільний курс елементарної фізики спирається на елементарну математику і може досить легко фрагментуватися на малі частини (своєрідні аналоги міні-модулів), кожна з яких вимагає мало часу на вивчення і формування компетентності щодо її використання на практиці. Інша справа – курс загальної фізики у вищих закладах освіти. У разі важливості фізики для майбутньої професійної діяльності випускників даної вищої школи (очевид-

но, йдеться про профіль і спеціальність), останні матимуть потребу не в повторенні курсу фізики середньої школи на трішки вищому рівні, а в отриманні серйозних наукових знань, частина яких має бути зовсім новою і спиратися не на монографії фізиків-класиків минулих сторіч, а на зарубіжну і національну наукову періодику.

Отже, найбільш важливе завдання колективів кафедр фізики вищих навчальних закладів України полягає, на наш погляд, в пошуках оптимального поєднання визначених цілей підготовки фахівця даної спеціальності (агронома, інженера тощо) й змісту того курсу фізики, який слід запропонувати йому в стінах Національного аграрного університету чи будь-якого іншого вищого навчального закладу України. “Оптимальність” ми розуміємо як надання майбутнім професіоналам продуктивної фахової компетентності у сфері використання знань, методів і засобів сучасної фізики, формування у них згаданого вище мінімуму знань, умінь і навичок, достатнього для безпомилкової діяльності і розширення інформації методами самоосвіти.

З часу відновлення нашої незалежності в Україні активізувалися наукові пошуки в сфері дослідження самих точних наук. Прикладом є поява у Львові часопису “Світ фізики” (див. редакційну статтю “Куди йде фізика” [2]) чи такого видання НАНУ, як “Наука та наукознавство” (у ньому ми б виділили насамперед праці [3-5]). Для теми нашої розмови виключно важливим є доробок групи доктора економічних наук Малицького Б.А., що полягає у визначенні рівнів фінансування фундаментальних і прикладних наукових досліджень, які відповідають успішності виконання науками і технологіями визначальних соціально-економічних функцій. Зокрема, у випадку надто малого (як в сучасній Україні) фінансування, що складає менше 0,4% ВВП країни, природничо-математичні науки є щонайбільше засобом інформування громадян, виконання примітивних соціокультурних функцій, а не інструментом розвитку економіки і виробництва.

Проміжний рівень фінансування – близько 0,9% ВВП – дає змогу системі освіти підготувати покоління осіб з правильним науковим світоглядом, але все ще не озброєних важливим для прогресу виробництва мінімумом наукової компетентності.

Комплекс “освіта і точні науки” у цьому випадку залишається витратною сферою (див. [5, 6]) й не може істотно вплинути на зростання людського капіталу нації переважно за рахунок використання в економічній сфері найновіших (“високих”) технологій.

Радикальна зміна ролі освіти і науки в житті сучасних суспільств спостерігається у випадках, коли на наукові дослідження і впровадження їх результатів в життя витрачається понад 1% ВВП (серед лідерів у цій сфері Малицький Б.А. вказує насамперед країни Північної і Західної Європи – Норвегію, Швецію, Фінляндію, Австрію, Німеччину, Ірландію та ін.). За належного фінансування наука й справді стає головною виробничою силою суспільства, гарантуючи і стійкий розвиток, і високу якість життя всього населення.

Ці дослідження групи Малицького Б.А., як і праці багатьох інших науковців, доводять недоцільність неухаги до точних наук у системі освіти й надто малих обсягів фінансування досліджень в системі НАНУ та галузевих лабораторій. Кількагодинні курси загальної фізики у вищих школах і виключення фізики з числа обов’язкових екзаменаційних предметів в середній школі перетворює для учнів і студентів вивчення фізики в культурний захід, в спроби вчителів і викладачів познайомити їх бодай з основами цієї важливої науки, надати хоча б первинну інформацію про основні поняття і закони. Наприклад, скорочення у 2002 р. лекційної частини курсу загальної фізики до 15 годин для студентів факультету захисту рослин (двадцять років тому було аж 68 годин) повністю виключає будь-які можливості надати молоді продуктивний мінімум компетентності хоча б з тих розділів сучасної фізики, знання яких має стратегічне значення для фахівців з захисту рослин (механіки суцільних середовищ, термодинаміки, молекулярної фізики та ін.).

З огляду на об’єм статті, ми змушені відмовитися від наведення інших цифрових показників, обмежившись загальним зауваженням – кампанія з гуманізації та гуманітаризації національної освіти стала приводом для переходу від раціонального використання фізики в системі вищої освіти до нераціонального, від надання студентам важливої для їхньої професійної діяльності продуктивної компетентності до поверхового інформування,

яке викликає лише подив студентів – “а навіщо на все це витрачати час, адже ми дещо чули про це вже в школі...”.

Неувага до фізики та інших точних наук все відчутніше гальмує технологічний і виробничий прогрес України, посилює еміграцію здібних учнів і студентів в розвинені країни Заходу, сприяє переходу нашої держави з групи країн з економіками перехідного періоду в розряд представників третього світу, здатних лише на продукування людської й іншої сировини для тих держав, які усвідомлюють і виконують закони і правила розумного використання наук в сучасному світі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Корсак К.В., Зінченко Т.В. Традиційні уроки і лекції: сучасний стан і майбутні перспективи // Вища освіта України. – №3(5). – 2002. – С. 75-80.

2. Куди йде фізика? // Світ фізики. – №3 (11). – 2000. – С. 27, 28.

3. Довгий С.О. Наука та освіта в Україні: сучасні проблеми і можливі шляхи їх вирішення // Наука та наукознавство. – №3 (29). – 2000. – С. 104-109.

4. Богорош А.Т. О популяризации науки и техники в Украине // Наука та наукознавство. – №1-2 (27-28). – 2000. – С. 21-26.

5. Малицький Б.А. Состояние исследований проблем науки и использования научных знаний в Украине // Наука та наукознавство. – №3 (29). – 2000. – С. 3-10.

6. Малицький Б. Вихідна наукова база // Науковий світ. – №1. – 2001. – С. 2-3.

## ДО ІСТОРІЇ ВІДКРИТТЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОМЕНІВ

Ю.Є. Крот

м. Харків, Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури

У статті [1] йшлося про наявність у “самвидаві” (матеріалах Інтернет, книгах приватних видань) значної кількості недостовірної інформації, що перешкоджає одержанню надійних знань у дистанційному режимі. Це твердження ілюструвалося прикладами з подібних видань.

Несподівано для автора [1] у нього з’явився “співавтор” (див. с. 288 у збірнику доповідей попередньої конференції), якому публікація [1] “надала натхнення” аж на 5 сторінок. Всупереч назві публікації “співавтора”, у ній немає обіцяного розгляду проблемних питань викладання теми “Електромагнітне випромінювання”, а лише підкреслюється видатна роль І. Пулюя як вченого і громадського діяча. До речі: а) поняття *рентгенівські промені* і *електромагнітні хвилі* не синонімічні; б) ні Рентген, ні Пулюй у період відкриття і початкового дослідження X-променів не знали, що це – електромагнітні хвилі.

Складається враження, що “співавтор” – не фізик, а українознавець (але ж гуманітарії повинні бути обізнані з *етикою*). Наведені в [1] зауваження “співавтора” назвав “методичними порадами” (у лапках), а також начебто “додав” до [1] інформацію щодо уявлень Уільяма Крукса про існування четвертого агрегатного стану речовини (ця інформація  $\epsilon$  в [1]). “Співавтору” “соромно читати” (шкода, що не *писати*) про (буцімто) “невірні” чи “спотворені” в [1] факти; він певен, що автор [1] не “зазирає” до солідної літератури і не знайомий із матеріалами ювілейної конференції до 150-річчя Івана Пулюя. Професор Вісконсінської *обсерваторії* Фрост (“всезнаючий співавтор” не наводить його ініціал тому, що дізнався про нього з Інтернету?) вважається незаперечним авторитетом у галузі *фізики*; визнаний фахівець у галузі історії фізики П.С. Кудрявцев легко перейменований на “Кузнецова”, а автор [1] звинувачений у повному незнанні географії. Невдоволення автора [1] тим, що в школах учням пропонувалось писати реферати про І. Пулюя як *відкривача*

X-променів, “співавтор” коментує “цирковою” реплікою: ”який жрах” (але це так і є). Ось яка вийшла “полеміка” чи “дискусія”!

Коротко про, яке відношення має автор даної публікації до проблеми, пов’язаної з рентгенівськими променями: за початковим фахом автор – фізик-рентгеноструктурник і вчитель фізики; був учнем і співробітником відомого українського вченого, лауреата Державної премії України Б.Я. Пінеса, автора конструкції унікальних гострофокусних металевих рентгенівських трубок [2]; власноруч змонтував (“з-під різця токарного верстату”) декілька таких трубок і проводив наукові дослідження з їх використанням.

Треба підкреслити, що автор статті [1] зовсім не збирався “описувати життя і творчість” І. Пулюя (як здалося “співавтору”). Метою був короткий розгляд історії відкриття X-променів та її висвітлення деякими українськими (за громадянством чи лише за національністю) авторами, а не розгляд історії досліджень, які передували відкриттю катодних променів і, тим паче, не розгляд переваг одних конструкцій розрядних трубок перед іншими.

Вимушений повернутись до коротко розглянутих в [1] питань, автор знову користується в основному джерелами класичної історіографії фізики. Адже чим більш наближені у часі описи відкриттів чи винаходів до моментів їх здійснення, тим краще історики знають описувану епоху.

Звернемось до історії фізики: “До 1895 року фізики вже протягом десятків років одержували катодні промені в трубках з розрідженим газом. Існувало багато різновидів цього простого приладу – трубки Гітторфа, Крукса, Ленарда. Простота приладу кидалась в очі: запаяний скляний балон, всередині два електроди. Прикладаючи до трубки магніт, можна було змусити невидимий потік (катодні промені) падати не на поверхню анода, а на стінку скляного балона. В цьому місці скло красиво світилось – флуоресціювало”. І далі: “З розрядними трубками протягом десятиріч “поралось” безліч фізиків, але тільки Рентген виявив, що з цих трубок виходить невидиме дуже проникне випромінювання. Воно не відхилялось магнітом, отже це були не катодні промені, які мав намір вивести з трубки через віконечко назовні Ленард [1], який пізніше звинуватив *найчеснішого* Рентгена у пла-

гіаті” [3].

Вільгельм Конрад Рентген виявив нове випромінювання поза трубкою досить випадково: увечері 8 жовтня 1895 р. він допізна засидівся в лабораторії, експериментуючи з трубкою Йоганна Гітторфа. Стомившись, Рентген вирішив уже припинити роботу, вимкнув освітлювальну лампу і несподівано помітив на столі зеленкувате сяйво. Воно йшло від екрана, вкритого платиносинеродистим барієм, що знаходився на відстані півтора метри від трубки (світилися і окремі кристалики цієї речовини, які знаходилися на столі). Учений виявив, що це світіння виникало під дією розрядної трубки, електричне живлення якої він через стомленість не вимкнув.

Переконавшись, що ним виявлено якийсь новий феномен, супроводжуваний катодні промені, Рентген здійснив “безприкладну епопею”: протягом 50 діб (часто – майже безсонних) він вивчив так багато властивостей відкритих ним Х-променів, що подальші дослідження інших вчених мало що додали до одержаних Рентгеном результатів.

Рентген писав у фундаментальній статті “Про новий рід променів. Попереднє повідомлення” (аж 30 сторінок): “Місце стінки розрядної трубки, яке найсильніше флуоресціює, є вихідним пунктом Х-променів”, “Цей новий агент випускається стінками розрядної трубки”. Там же Рентген писав, що він виявив Х-промені “за допомогою трубки *Гітторфа*”, і що їх можна одержувати і “за допомогою іншого подібного приладу”.

Відомий німецький дослідник науки Фрідріх Гернек пише в [7], що прилади, з якими експериментував Рентген, були створені іншими (Гітторфом, Круксом і Гольдштейном), а в момент відкриття “він використовував газорозрядну трубку *Гітторфа*”.

На підтвердження можливості використання різних розрядних трубок для одержання Х-променів наведемо такий приклад. Відомий американський фізик-експериментатор Роберт Вуд писав, що через 1÷2 дні після одержання звістки про відкриття Рентгена, в лабораторії, де Вуд працював, перебуваючи на стажуванні в Німеччині, всі, “хто умів видувати скло і мав доступ до вакуумного насосу, були зайняті виготовленням *грушоподібних* скляних посудин, впаюванням електродів і відкачуванням трубок. Лабораторія “схибнулась” на Х-променях: ми фотографува-

ли наші руки, мишей, маленьких пташок” [4].

Отже, не в трубці (чи лампі) справа, практично *будь-якої конструкції* розрядна трубка випромінює X-промені, а більша чи менша їх інтенсивність – це вже інше питання). Але з цим не погодився Ф. Ленард, який *міг би* відкрити нове випромінювання, але, на відміну від уважного, педантичного Рентгена, не зумів “почути тихий шепіт природи”. Спочатку Ленард гаряче поздоровив Рентгена (див. [1]), а потім “схаменувся” і енергійно почав доводити свій пріоритет. Відкриття ж, зроблене Рентгеном, Ленард вважав “чисто випадковою удачею *якогось* фізика, до рук якого потрапила трубка Ленарда” [7].

Не знайшовши визнання у об’єктивно настроєних цивілізованих учених, Ленард знайшов підтримку у фашистського режиму Німеччини. Прихильник цього режиму, досить відомий фізик Йоганн Штарк (ображений на Рентгена за відмову у влаштуванні його до університету викладачем) написав у 1935 р. статтю “До історії відкриття рентгенівських променів”, в якій за допомогою фальсифікованої експертизи робив висновок, що “трубка, виготовлена свого часу складовом, який поставляв Рентгену скляні прилади”, була “точною копією трубки пана таємного радника Ленарда” [5]. (Дечого Ленард своєю “післянауковою” діяльністю досяг: золоту медаль ім. Румфорда Англійське Королівське товариство “поділило” між Рентгеном і Ленардом).

У Рентгена були й лояльні попередники. Його співвітчизник Еуген Гольдштейн (відкривач каналових променів) за 15 років до відкриття Рентгена описував свічення флуоресцентного екрану, захищеного від дії прямих катодних променів, але не замислився, чому екран світиться [5]. Дізнавшись про відкриття Рентгена, Гольдштейн не наполягав на пріоритеті.

За свідченням Макса фон Лауе (який у співавторстві з Вальтером Фрідріхом і Паулем Кніппінгом довів електромагнітну природу рентгенівських променів), в 1890 році американські вчені у Пенсільванському університеті одержали незрозумілий їм тоді знімок лабораторних предметів, який можна вважати найпершою рентгенограмою. Ось що писав професор цього університету Гудспід: “Ми не можемо претендувати на пріоритет, бо ми відкриття не здійснили. Ми тільки просимо пам’ятати, що за 6 років до сьогодні перший знімок ... було зроблено у фізич-



ній лабораторії Пенсільванського університету”. А далі – М. Лауе: “Хоча ми знаємо з біографії Рентгена, написаної Глассером, що по той бік океану є рентгенограма, яка стосується ще 1890-го року, однак її істинну природу встановили лише після відкриття Рентгена” [6].

Якщо правильно і лаконічно оцінити те, що трапилось у лабораторії Рентгена увечері 8 жовтня 1895 року, то приводу для суперечок, здається, не повинно бути: Рентген *не одержав першим* X-промені, а *першим виявив* “новий агент”, додатковий до катодних променів; експериментував Рентген того вечора *не з своєю, а з “чужою” трубкою* (це вже через кілька місяців з’явилась сконструйована Рентгеном досконала X-трубка).

Назвемо прізвища найбільш відомих з наукової літератури вчених із “сонму” дослідників катодних променів, які не помітили X-промені: Г. Відеман, В. Гінтль, В. Гітторф, Г. Герц, Е. Гольдштейн, У. Крукс, Ф. Ленард, Ж. Перрен, Ю. Плюккер, Дж.Дж. Томсон, А. Шустер. На початку 90-х років XIX століття українознавці до цих прізвищ приєднали (більш того – вивели вперед) ще одне – І. Пулюй, яке серед його сучасників не фігурувало “у першому ешелоні”.

Зараз в Україні багато хто називає Пулюю не тільки українським фізиком, але й відкривачем X-променів. Саме це виявилось “камнем спотикання” для “співавтора” в реагуванні на [1]: І. Пулюй “*повинен бути*” відкривачем X-променів тому, що він був *українським* фізиком. Наведемо кілька строчок із вступу до [7]: “Як свідчить досвід історіографічних досліджень науки, питання про “національне” – одне з найскладніших. Тут завжди існує можливість суджень за формулою “на голову вище” (наші вчені порівняно з “ненашими”, Ю.К.). А.П. Чехов писав: “Національної науки, як і національної таблиці множення, немає; що ж “національне”, то вже не наука”. Проти “обов’язковості” національних пріоритетів застерігав А.Д. Сахаров [8]: “У ті роки, коли ми займались “виробом” (атомною бомбою, Ю.К.), ... відшукувались російські автори кожного відкриття чи винаходу (“Росія – батьківщина слонів” – жарт тих років). *Трагедія* не обходилась без курйозів – братів Райт повинен був витіснити контр-адмірал О.Ф. Можайський з його “повітроплавальним снарядом”, але поспіхом опублікували портрет і частину біогра-

фії його брата”. То що – і ми туди ж?

В історіографічній літературі “присвійний прикметник” перед прізвиськом даного діяча науки добирається від назви країни, в якій вчений працював (чи протягом усього життя, чи найдовше, чи найплідніше). В [1] вже згадувався Джордж Гамов, який народився в Одесі, там же навчався в Новоросійському університеті, а закінчив навчання в Ленінградському університеті. Додамо до цього, що протягом деякого часу Георгій Антонович Гамов працював у Харкові, в інституті ядерних досліджень (УФТІ), див. [9]. У 29 років він залишив Радянський Союз, а в 30 років став (уже до кінця життя) *американським* (не українським, не радянським) фізиком.

Не менш цікава у географічно-етнічному відношенні біографія “видатного *російського* фізика Бориса Семеновича Якобі” (до 34-х років це був Моріц-Герман Якобі [10]). Він народився в Німеччині, одержав освіту в Берлінському і Геттінгенському університетах, потім працював на своїй батьківщині над створенням електродвигунів, і лише потім приїхав у Петербург.

Нарешті, ще один яскравий приклад – *бельгійський* фізик і фізико-хімік, член Бельгійської Академії наук, літератури та витончених мистецтв (а з 1969 р. навіть її президент) Ілля Пригожин народився у Москві і називався спочатку – Ілля Романович.

Назвемо деякі віхи життя і творчості Івана Пулюя. Він народився у 1845 р. на Тарнопільщині, гімназію закінчив у Тарнополі, а вищу освіту одержав у Відні. Іван залишив Тарнопільщину у 19-річному віці і до самої смерті (помер він у січні 1918 року в Австро-Угорщині, у Празі) вже не повертався (принаймні – надовго) на батьківщину.

“Співавтор” назвав Пулюя Іваном *Павловичем*, але там, де пройшло творче життя І.Пулюя, по батькові не називали нікого. Стосовно ж “освіченості”: мало хто знає, що батька Вільгельма Конрада Рентгена звали Фрідріх Конрад Рентген, ну то й що ж?

Нагадаємо тим, хто (як і автор даної статті на думку “співавтора”) не досить обізнаний з історією, що Тернопіль (до 1944р. – Тарнопіль) з 1772 р. адміністративно входив до складу Австрії (ця країна у 1867 р., перетворилася на двоєдину монархію Австро-Угорщина, яка у наприкінці 1918 р. розпалася на Австрію, Угорщину та Чехословаччину, а окремі частини згаданої

монархії увійшли до складу Югославії, Польщі, Румунії та Італії). Тернопіль з 1919 року став польським містом, і лише з 1939 року – українським. Отже, Пуллой був повноправним громадянином (не “переселенцем”) Австрії (потім – Австро-Угорщини).

Науково-технічну діяльність Івана Пуллая (як повідомляється в “Історичній довідці про І. Пуллая”, найбільш солідному і витриманому матеріалі на цю тему, розміщеному в Інтернеті Тернопільським приладобудівним інститутом) високо цінували “широкі кола промисловців, уряд Австро-Угорщини, особисто цісар Франц-Йосиф”. Далі там же повідомляється, що “Пуллой запросили як експерта до всесвітньо відомої австрійської фірми, що виробляла *зброю*, для розгортання нового виробництва – продукції електротехнічного профілю” (відома роль Австро-Угорщини у розв’язуванні *1-ї світової війни*). Як визнаний піонер електротехнічної промисловості в *Австро-Угорщині*, Пуллой був відзначений за свої заслуги орденом залізної корони, титулом радника двора та іншими нагородами. Згадаємо принагідно поведінку “необачного” В. Рентгена, який відмовився від багатьох кайзерівських нагород і від баронського титулу (від приставки “фон” перед прізвищем) та ще й нечемно повівся з кайзером Вільгельмом 2-м, який під час огляду експонатів мюнхенівського музею шедеврів природознавства та техніки безпідставно спробував виставити себе знавцем артилерії.

Без сумніву, І. Пуллой багато зробив для розвитку електротехніки. Відразу після появи ламп розжарення Томаса Едісона І. Пуллой розробив досконаліші і надійніші освітлювальні лампи (і став *директором* заснованої ним фабрики для випуску таких ламп). Він розробив оригінальну конструкцію телефонної станції (і *запатентував* її в *Австро-Угорщині, Німеччині, Швеції, Італії*). Пуллой *керував* спорудженням кількох електростанцій в різних містах *Австро-Угорщини*. (Отже, Пуллой не був “безпорадним початківцем”, і зміг би, якби знадобилось, захищати свій пріоритет). Як вчений, він опублікував багато наукових праць, присвячених теорії і практиці змінних струмів.

Дуже шкода, що так склалася доля талановитого сина українського народу І. Пуллая, що результатами його *науково-технічної* творчості користувались інші народи.

І. Пуллой був одним із багатьох вчених, які після відкриття

катодних променів, що виникали в розрядних трубках, досліджували властивості цих променів. Окремі вчені, в їх числі й Пуллой, не обмежились дослідями з трубками існуючих конструкцій, а удосконаливали їх чи навіть створювали нові трубки (наприклад: трубка Крукса, трубка Гітторфа, трубка Гольдштейна, трубка Ленарда, лампа Пуллой). Не ставлячи перед собою завдання проаналізувати думки різних вчених щодо природи катодних променів, зауважимо лише, що першим розглянув ці промені як потік якихось матеріальних частинок, що вилітають з катода (як “променисту електродну матерію”) Крукс, а Пуллой, користуючись круксівською термінологією, розвинув це уявлення.

Дослідники творчості І. Пуллой як особливе його досягнення відмічають сконструйовану ним ще в 1882 році катодну трубку (“фосфоресціюючу лампу Пуллой”). “Співавтор” цитує Пуллой: “В моїй лампі Х-промені виникають не на скляній стінці, а на фосфоресційному екрані”; далі говориться, що в цьому випадку “невидиме проміння значно сильніше, ніж у звичайних рурках, в яких тільки скляні стінки відносно слабо фосфорескують”.

Не будемо наводити докази того, що в дійсності процес виникнення рентгенівських променів не залежить від флуоресценції їх безпосереднього джерела (як відомо, гіпотезу А. Пуанкаре щодо існування подібної залежності переконливо спростували дослідження А. Беккереля [11]). “Пряму мову” І. Пуллой ми навели лише для того, щоб підтвердити, що не “брехав” Рентген, якщо на запит Пуллой писав, що у момент відкриття користувався *іншою* розрядною трубкою (тобто не “лампю Пуллой”). Для цього наведемо ще й “пряму мову” Рентгена (з його першої, фундаментальної статті “Про новий вид променів”): “Місце стінки розрядної трубки, яке найсильніше флуоресціює, є головним вихідним пунктом Х-променів”, і ще: “Цей новий агент випускається стінками розрядної трубки” (але ж у “лампі Пуллой” Х-промені виникали “не на скляній стінці”).

Рентген був “кришталево чесним, безкорисливим лицарем науки” [3], “совістю німецької експериментальної фізики” [7], за висловом його учня Вальтера Фрідріха, “чесність і благородна скромність були найпримітнішими рисами його характеру” ([7]). Які ж є підстави думати, що він писав неправду і обманював Ленарда і Пуллой, кажучи, що не їх трубками користувався у той

великий для науки вечір (щоб “догодити” Гітторфу?)?

Зауважимо, що першу рентгенівську трубку, від якої сучасні трубки у принциповому відношенні мало відрізняються, винайшов сам Рентген. Уже в лютому 1896 року він розробив трубку типу “Фокус”, у якій катодом було увігнуте алюмінієве дзеркало, а анодом – платинова пластинка, розташована у центрі кривизни дзеркала під кутом  $45^0$  відносно осі дзеркала. Рентген писав: “Базуючись на дослідах із трубками різної конструкції, я дійшов висновку, що для інтенсивності Х-променів не має значення, чи є місце збудження цих променів анодом, чи ні”.

До речі, Рентген завжди говорив про Х-промені, а його іменем промені назвали не за пропозицією І. Пулюя (як стверджується в [9]), а за пропозицією голови фізико-медичного товариства у Вюрцбурзі професора медицини Альберта фон Кьоллікера, який головував на засіданні товариства 23 січня 1896 року під час доповіді Рентгена [7].

А шкода, що подібну пропозицію висунув не Пулюй, адже такий факт був би надійним “ступенем захисту” пам’яті цієї благородної людини від сучасних “шанувальників”.

Тепер – щодо методів перегляду історичних фактів. М’яко кажучи, некоректно “розчищати” місця для одних вчених, “топчучи” інших. Аж надто “по-ленардівські” звучать “інтернетівські” вислови: “Відкриття Х-променів належить професору Івану Пулюю”; “Скориставшись дослідженнями Пулюя, Рентген повідомив, що він відкрив Х-промені”; “Вибравши слушний час, Рентген видав відкриття Пулюя за своє”; “Треба дати професору І. Пулюю справедливую сатисфакцію... і замість назви “апарат Рентгена” говорити хоча б “апарат Пулюя-Рентгена”; “За сконструйовану Іваном Пулюєм за 14 років до Рентгена Х-трубку останній отримав Нобелівську премію з фізики” (важко утриматись від зауваження: премію з *фізики* дають не за конструкції, а за дослідження). Автори таких публікацій погоджуються з тим, що Ленард справедливо звинувачував Рентгена у плагіаті (забуваючи, що Ленард “розчищав п’єдестал” для себе).

Чи личать нашій державі, яка є складовою Європи, спроби докорінного перегляду історії фізичних відкриттів (а особливо – зроблених європейськими вченими), спроби, які не знайшли і не можуть знайти підтримку в країнах Західної Європи? Чи варто

“кидати камені в минуле”? Треба орієнтуватись на мудрі слова Івана Пулюя, сказані щодо природничих наук: “Тут – *вічні закони і непокитна правда*”.

Незаперечно, що Іван Пулюй був визначною фігурою: талановитий фізик, винахідник і інженер, він зробив вагомий внесок у світову науку і техніку. Його громадсько-суспільна діяльність сприяла розвитку суспільства взагалі і українського – зокрема. Але ж здаються перебільшеннями характеристики (з якими ця скромна людина навряд-чи погодилась би), які зустрічаються в “Інтернет-інформації”: “*геніальний син українського народу*”, “*титан наукової думки*”.

Ще раз – цитата з статті Нобелівського лауреата (за відкриття природи рентгенівських променів) М. фон Лауе: “Наскільки великим було відкриття Рентгена, можна зрозуміти з того, що велика кількість інших, часто видатних, фізиків експериментували до Рентгена з тими ж допоміжними засобами, але не змогли відкрити цих променів” [7].

“Відкриття Рентгена відчинило перед фізичною наукою двері в новий світ” [7]; він “більше, ніж будь-хто із його сучасників, сприяв створенню нової фізики ХІХ століття” (А.Ф. Йоффе, [6]).

#### Література

1. Крот Ю.Є. Роль викладача фізики в період комп'ютеризації та дистанціювання навчального процесу // Теорія та методика навчання математиці, фізиці, інформатиці (т. 2). – Кр. Ріг: КДПУ, 2001.
2. Пинес Б.Я. Острофокусные рентгеновские трубки и прикладной рентгеноструктурный анализ. – М.: ГТТИ, 1955.
3. Данин Д.С. Резерфорд. – М.: Молодая гвардия, 1967.
4. Сибрук В. Роберт Вуд. – М.: Наука, 1980.
5. Азерников В.З. Великие открытия. – М.: Олма-пресс, 2001.
6. Власов П.З. Беседы о рентгеновских лучах. – М.: Молодая гвардия, 1977.
7. Гернек Ф. Пионеры атомного века. – М.: Прогресс, 1974.
8. Сахаров А.Д. Воспоминания // Журнал “Знамя”, №11. – М.: Правда, 1990.
9. Ранюк Ю.М. Лабораторія 1 (ядерна фізика в Україні). – Харків: Акта, 2001.

10. Очерки по истории физики в России // Ред. А.К.Тимирязев. – М.: Изд-во Мин. просвещ. РСФСР, 1949.
11. Тяпкин А.А., Шибанов А.С. Пуанкаре. – М.: Молодая гвардия, 1979.

# ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ ВЕРСІЇ МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЇ СИСТЕМИ У КУРСІ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

В.В. Куліш, В.М. Кулішенко, О.Я. Кузнєцова, С.М. Пастушенко  
м. Київ, Національний авіаційний університет  
spas@univ.kiev.ua, kulish2001@ukr.net

## Вступ

Кардинальна масштабна ломка оточуючого соціального та політичного середовища не могла оминати і вищу школу України. З одного боку, суттєво змінилися (на жаль, не а кращу сторону) якість базової підготовки студентів, що приходить сьогодні на перший курс вузу. З іншого – зазнала значних змін організація самої системи вищої освіти. Все це у комплексі створює у вузівському середовищі раніше незнане психологічне та методичне середовища, вимагаючи адекватного реагування усіх ланок вузівського організму. А останнє, в свою чергу, стимулює пошук нових адекватних шляхів і нових методів подолання наявних проблем, що систематично з'являються. Дана робота являє собою приклад такого роду. А саме, вона присвячена обговоренню перших результатів практичного впровадження *нovoї версії модульно-рейтингової системи* [1] у курсі фізики. На думку авторів, отриманий досвід може бути ефективно використаним як при викладанні власне курсу фізики, так і інших загальноосвітніх дисциплін.

## **1. Деякі характерні особливості методичного середовища, що склалося**

Нове методичне середовище при викладанні фізики (а також і інших дисциплін загальноосвітнього циклу) формується, в основному, під дією наступних чотирьох головних чинників:

1. Суттєвим (у порівнянні з історично недалекими минулим) скороченням аудиторних годин, які заплановані для вивчення курсу фізики.
2. Систематичного (із року в рік) падіння рівня фізико-математичної підготовки абітурієнтів.
3. Переходу від усної до письмової форми прийому семестрових іспитів.



4. Появи такої до цього неznаної категорії студентів, як «контрактники».

Як відомо, скорочення навчальних годин по курсу фізики тісно пов'язано з стратегічним курсом взятим Міністерством освіти і науки України на перенос центру тяжіння в організації навчального процесу з аудиторних на позааудиторні форми навчання. При цьому, за задумом, ні кількість матеріалу, що належить до освоєння студентами, ні глибина їх навичок, які мають бути сформованими, не повинні зазнати змін у гіршу сторону.

Як показала практика, бездумне консервування старих методичних форм навчання при недостатньо продуманому впровадженні нової (письмової) форми проведення семестрових іспитів у ряду випадків може привести (і реально приводить) до руйнівних педагогічних наслідків. Запобігти цьому можна лише проводячи адекватну модернізацію базових методичних схем, яка б органічно демпферувала негативні наслідки вище вказаних чинників. Таку модернізацію і було проведено на кафедрі фізики №1 НАУ у 2000-2002 навчальних роках. Конкретно це було зроблено шляхом розробки і впровадження *нової версії модульно-рейтингової системи навчання*.

## **2. Коротко про головні засади нової версії модульно-рейтингової системи навчання**

В основу даної системи закладено концепцію *поточного рейтингового моніторингу* ефективності навчальної роботи студентів протягом усього семестру. Саме завдяки цьому система і забезпечує потрібні *ритмічність і рівномірність* прикладення навчальних зусиль студентів. Практично це досягається шляхом використання своєрідної комбінації «вольового стимулювання» студентів, з одного боку, та їх заохочення – з другого. Відповідно, для цього розроблено своєрідну технологію педагогічного впливу на студентів, опис деяких базових елементів якої дається нижче у даній роботі. Характерними «побічними» результатами застосування вказаної технології є також суттєве підсилення здорової конкуренції між студентами та створення сприятливих умов для підвищення об'єктивності контролю їх знань.

Таким чином, резюмуючи, можемо сказати, що головним призначенням модульно-рейтингової системи є, перш за все, додаткове стимулювання та упорядкування систематичної позаау-

диторної роботи студентів. У тому числі, як вже відзначалось, сприяння більш рівномірному розподілу їх навчальних зусиль протягом усього семестру та уникнення кризових ситуацій, що призводять до їх надмірних пікових перевантажень у кінці семестру.

### **3. Головні відмінності запропонованої версії рейтингово-модульної системи від відомих**

Характерною ознакою будь-якої модульної системи, як відомо, є наявність поділу навчального курсу на так звані *модулі*. Традиційно модулі об'єднують крупні блоки матеріалу, який є пов'язаним спільністю тематики чи міркуваннями іншого характеру (зокрема, вимогами деканатів щодо проведення поточної атестації протягом семестру). Наприклад, у курсі фізики традиційно виділяють такі укрупнені модулі, як «Механіка», «Молекулярна фізика та термодинаміка», «Електростатика» тощо. На базі такої модульної структури будуються стандартні навчально-методичні схеми, сукупність яких і утворює ту чи іншу версію рейтингової системи.

Зазначимо, однак, що практичний досвід застосування таких «крупномодульних» стандартних версій рейтингової схеми у курсі фізики виявив їх, на жаль, відносно низьку ефективність. Як показав аналіз, це, перш за все, пов'язано із:

- низьким рівнем інтегрованості рейтингової складової даної навчальної технології з іншими її частинами (лекціями, самостійною роботою студентів, індивідуальними заняттями тощо),
- практичним ігноруванням вікових особливостей психології студентів молодших курсів,
- слабкістю реальних механізмів контролю позааудиторної роботи студентів.

Як наслідок, на практиці, принаймні при викладанні курсу фізики, застосування традиційної версії не набуло належного поширення, а великий педагогічний потенціал самої рейтингової ідеї практично не був реалізованим до кінця.

Відповідно, модернізація традиційної рейтингово-модульної системи (стосовно курсу фізики для інженерних спеціальностей) йшла, перш за все, у напрямку нейтралізації вказаних її слабких місць. Цього вдалося досягти за рахунок введення наступних но-

вацій:

1. Введення жорсткої *системи планування* навчального процесу протягом семестру.
2. Переходу до формування малих модулів за системою «*одне заняття – один модуль*».
3. Введення так званих «летучих контрольних робіт» *на кожному* занятті.
4. Більш точного балансування системи заохочень та покарань.

Далі перейдемо до обговорення вище наведених елементів запропонованої версії модульно-рейтингової системи.

#### **4. Жорстка система планування навчального процесу**

Підготовка лектора потоку до нового навчального семестру включає, в тому числі, розробку *жорсткого робочого плану* навчального процесу. План заздалегідь вивішується на дошці об'яв кафедри і, крім того, поширюється серед студентів потоку на першому лекційному занятті.

Другим чинником системи є *підготовка та ведення за спеціальною формою робочого журналу викладача*.

І нарешті, третім за рахунком (але не за значенням) фактором є підготовка та використання відповідного роздаточного матеріалу, зокрема, списки контрольних теоретичних питань до кожного практичного заняття, на базі яких потім складаються білети колоквиумів та теоретичні частини екзаменаційних білетів.

#### **5. Система «одне заняття – один модуль» та організація поточного модульного контролю**

Як відзначалось вище, радикальною відмінністю рейтингово-модульної системи, що обговорюється, є застосування тут ідеї «дрібної» розбивки навчального матеріалу на модулі. А саме, використання системи «одне заняття – один модуль». Повстає логічне запитання: чому автори системи пішли на такий, здавалось би, дивний спосіб формування модулів? Справді, це автоматично означає появу ряду очевидних організаційних проблем. У тому числі, маємо значне підвищення інтенсивності роботи викладача на кожному занятті, а також збільшення обсягу його трудовитрат на підготовку до кожного заняття та при перевірці результатів рейтингового контролю. Відповідно, повстає питан-

ня: як у рамках діючих нормативів компенсувати вказане фактичне збільшення навчального навантаження (реально ж це зводиться до того, що викладач вимушений витратити на все це чимало свого особистого часу). Все це дійсно так, але для здійснення такого кроку авторів спонукали дві наступні поважні причини.

Перша з них полягає у тому, що курс фізики для інженерних спеціальностей читається 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». За нашими спостереженнями, різкий перехід від вказаної «шкільної» системи контролю знань до традиційно «вузівської» виявляється для них доволі болісним. Як показує практика, так різкий злам «психології оточуючого світу» стає вагомим складовою причиною появи відомих типових організаційно-навчальних проблем, які часто виникають у студентів першого курсу у кінці семестру. Введення системи «одне заняття – один модуль» дозволяє значно пом'якшити негативний вплив такого переходу, зробити його більш плавним та менш руйнівним для долі молодої людини, яка далеко не завжди вже «встигла стати дорослою». Відповідно, як показав досвід, відсоток студентів, які звичайно попадають до категорії неуспішних (і, автоматично таких, що підлягають до відрядування) у такому разі значно зменшується.

Друга із вище вказаних причин полягає у наступному. Із практичного досвіду ми зауважили, що «мобілізуєча педагогічна дія» на студентів від проведення модульного контролю виявляється тим меншою, чим більшою є тривалість інтервалу між двома сусідніми контролями. Максимум такої «мобілізуєчої дії» досягається саме у випадку застосування системи «одне заняття – один модуль». У цьому разі у студента немає ніякої необхідності згадувати, чи являється наступне заняття контрольним, чи проміжним. Він твердо знає, що кожне заняття є контрольним і до кожного заняття треба повноцінно готуватись. А також те, що нехтування цією обставиною може у перспективі привести до «трагічних» наслідків. Саме завдяки дії вказаного чинника і досягається згадувана вище рівномірність розподілу навчальних зусиль студента протягом всього семестру.

На кожному практичному занятті-модулі:

- 1) здійснюється контроль теоретичний матеріал попередньої лекції (письмово);
- 2) проводиться захист розв'язків домашніх задач, однакових для всіх студентів (усно);
- 3) роз'яснюються методи та методичні особливості розв'язання стандартних фізичних задач;
- 4) контролюються результати виконання домашніх індивідуальних задач.

Перші два елементи кожного модуля оцінюються за 4-бальною системою: 5 – «відмінно»; 4 – «добре»; 3 – «задовільно»; 2 – «незадовільно». Студенти, які відсутні (з будь яких причин) на занятті, автоматично отримають оцінку «незадовільно». Як показала практика, така спрощена схема реєстрації поточної успішності студентів виявилась оптимальною в плані виховного впливу на них.

### **Висновки**

Таким чином, досвід застосування рейтингово-модульної системи, навіть у тих «помірно сприятливих» умовах, що на сьогодні мають місце при викладанні курсу фізики для студентів деяких інженерних спеціальностей, показав її високу практичного ефективність. Практика показала, що при цьому реально знизилось як число студентів, недопущених до екзамену, так і число студентів, які отримують допуск до екзамену «в останню мить». Крім того, як з'ясувалося, суттєво підвищився середній бал успішності студентів по результатах семестру. Робота студентів стала більш ритмічною і плановою.

### **Література**

1. Куліш В.В., Кулішенко В.М., Кузнєцова О.Я., Пастушенко С.М. Досвід використання рейтингово-модульної системи у курсі фізики в технічному університеті / Матеріали міжн. науково-методичної конференції «Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти», 11-13 вер. 2002. – Херсон: ХДПУ, 2002.

# НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

И.М. Лагунов

г. Симферополь, Таврический национальный университет  
имени В.И. Вернадского  
Lagunov@mail.strace.net

Научно-технический прогресс оказывает большое влияние на процесс обучения. Это касается и педагогических технологий и проблем, связанных с обучением в условиях быстрых перемен.

Конкретизируем сказанное на примерах. Значительная часть современных педагогических технологий базируется на применении специализированных компьютерных обучающих программ. В отличие от теоретической и методической части таких программ [1], их интерфейс пользователя быстро устаревает, что особенно наглядно видно при смене операционной системы. Данное обстоятельство часто не только мешает техническому проведению занятий, но и отрицательно сказывается на мотивации к обучению студентов высших учебных заведений, предпочитающих работать с современным программным обеспечением.

С другой стороны, один и тот же пакет обучающих компьютерных программ может быть применен: полностью или частично; в различающихся по уровню обучения учебных группах; при проведении занятий разных формы обучения; при дистанционном обучении; различными преподавателями; в разных по уровню и специализации учебных заведениях; на различном по конфигурации компьютерном оборудовании.

Также необходимо отметить, что сам пакет компьютерных обучающих программ по одной тематике постоянно модернизируется, что выражается в выпуске его новых версий.

Таким образом, актуальными являются методические разработки систем по применению педагогических технологий в условиях динамических изменений. Изменения затрагивают саму технологию обучения и организационные вопросы с ней связанные.

Анализ научно-методической литературы по различным

учебным дисциплинам показывает, что с подобными проблемами сталкиваются крупные индустриальные организации [2], для которых необходимо постоянное переобучение персонала в условиях быстрых изменений. Для таких условий была разработана система SHAPE [3], относящаяся к современным системам «оперативного научения» (Systems for Learning in Times of Rapid Change) и тренинга (Training).

На примере выполнения работ программно-лабораторного комплекса (ПЛК) по курсу общей физики [4], для которых типична постоянная модернизация версии компьютерной части и тренинговая ситуация [5], рассмотрим действие данной системы и проанализируем возможность ее применения.

Уточним понятие тренинга. Согласно [6], тренингом называются спланированные и систематические усилия по развитию или модификации знаний (умений) и установок человека посредством обучения. Тренинг направлен на то, чтобы дать обучаемому возможность приобретения знаний и навыков, необходимых для выполнения поставленных заданий.

Название системы SHAPE является аббревиатурой от следующих слов:

- S** – Set Performance Standard;
- H** – Harness Your Resources;
- A** – Asses Individual and Team Needs;
- P** – Plan, Prepare and Present Training;
- E** – Evaluate the Results.

Название системы отражает необходимые этапы, предпринимаемые при обучении. Таким образом, данная система предусматривает:

- установление стандартов;
- использование ресурсов;
- оценку потребностей обучаемого и группы;
- планирование, подготовку и проведение тренинга;
- оценку результатов.

Интересно, что дословный перевод названия SHAPE (максимально приближенный по смыслу) – моделировать, придавать четкую форму, приводить в порядок.

В основу системы SHAPE положен цикл тренинга. Универсальный вариант данного цикла состоит из следующих частей:

определение потребности, разработка системы тренинга, проведение тренинга, оценка результатов. Для учебного процесса высшей школы цикл удобнее рассматривать следующим образом: определение тематики учебных работ, разработка методической системы, выполнение работ, оценка результатов. Этапы системы SHAPE более подробно описывают процесс обучения. Система также позволяет управлять процессом обучения. Все части системы SHAPE разрабатывались с целью - сделать процесс обучения легким, быстрым и гибким. Система предусматривает изменение терминологии при сохранении общей концепции обучения. Терминология определяется организацией, в которой система применяется.

Первым этапом системы SHAPE является «установление стандартов» (S-этап). Данный термин универсален для большинства организаций, однако для учебных организаций следует взять «установление критериев», который и будет применяться далее. Правомочность такого выбора можно подтвердить тем, что в системе SHAPE оговаривается прямая связь между понятиями «стандарт» и «критерий», однако для универсальности применяется первое из них.

Согласно системе SHAPE, сначала необходимо определить уровни установления критериев S-этапа. Для учебной организации выберем следующие уровни: организация, факультет, кафедра, учебная группа, студент. Согласно литературе [3], ближайшая аналогия – organization, department, team, individual.

Отметим, что уровень высшего учебного заведения (организации) необходимо рассматривать только при внесении в учебный процесс различных факультетов работ программно-лабораторного комплекса. Это возможно в следующих случаях:

- когда работы ПЛК разработаны для различных специальностей, по учебным дисциплинам которых традиционно выполняется лабораторный практикум и возможен предварительный тренинг на базе компьютерного практикума (например, физика, биология, химия, география);
- при выполнении работ комплекса по одной дисциплине на межфакультетных занятиях (например, изучение курса физики на различных факультетах высшего учебного заведения).

Уровень факультета необходимо анализировать в следую-



щих случаях:

- при проведении работ ПЛК по различным разделам одного курса, при условии, что учебные занятия по данным разделам проводятся специализированными кафедрами одного факультета (например, курс общей физики, разделы «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная физика», «Ядерная физика»);
- при проведении работ ПЛК по различным дисциплинам в рамках учебной программы одного факультета (например, работы по курсу общей физики и работы по дисциплинам специализаций).

Уровни «факультет – кафедра – учебная группа – студент» расположены в рамках отдельного факультета высшего учебного заведения. Далее будет рассмотрен S-этап уровней факультета и кафедры. Изложение проводится на примере физического факультета.

Согласно требованиям системы, для уровня факультета и кафедры необходимо определить задачи. Для этого рекомендуется поставить вопрос «что необходимо делать на данном уровне».

На уровне факультета, как правило, учебные задачи ставятся без конкретизации их для отдельных учебных дисциплин, однако они относятся к ним непосредственно и должны быть сформулированы. Например, для успешного выполнения работ ПЛК на данном уровне должны быть поставлены следующие задачи:

- организовать деятельность кафедр, ведущих занятия по данной технологии;
- организовать деятельность учебных групп;
- обеспечить возможность разработки, приобретения и использования программно-технических средств обучения (ПТСО);
- выработать систему педагогического стимулирования.

На уровне кафедры возможен следующий вариант формулировки задач:

- организовать деятельность преподавателей, ведущих занятия;
- подготовить методические рекомендации и указания;
- осуществлять проверку содержания и качества обучения по

ПЛК;

- подготовить необходимые программно-технические средства обучения;
- обучить технический персонал работе с ПТСО.

Далее для каждого уровня необходимо определить цели. Для этого рекомендуется ответить на вопрос «что необходимо достичь на данном уровне». По системе SHAPE, цели должны обладать определенными качествами. Требуемые качества записываются аббревиатурой SMART, где:

**S** – Specific (конкретная);

**M** – Measurable (измеряемая);

**A** – Achievable (достижимая);

**R** – Realistic (реалистичная);

**T** – Time-bound (ограниченная во времени).

Интересно, что дословный перевод названия SMART (максимально приближенный по смыслу) – умный, разумный, интеллектуальный, толковый, сообразительный, находчивый.

Проанализируем более подробно данные качества целей применительно к выполнению работ программно-лабораторного комплекса.

Требование «конкретности» к цели означает, что необходимо избегать общих формулировок, стремиться к более точному определению цели. Например, для конкретной работы практикума по разделу «Механика» курса общей физики методически более целесообразно название «Проверка основного закона вращательного движения», чем «Изучение вращательного движения твердого тела».

Требование «измеряемости» в учебном заведении может выражаться в количественной оценке выполнения работ комплекса (например, по 5-ти бальной системе), а также несколькими уровнями оценки проведенной работы: «зачет–незачет»; «выполнено–не выполнено»; «отлично–хорошо–удовлетворительно–неудовлетворительно» и т. д.

Требование «достижимости» поставленной цели очень важно для мотивации к обучению. Например, если в работе комплекса избыточное количество заданий или тестовых вопросов, то работа не будет выполнена студентом средней подготовленности, т.е. учебная цель не достигнута в большинстве случаев.

Последующие работы, в данном случае, будут выполняться ими заведомо частично. Более слабо подготовленные студенты такие работы самостоятельно выполнять не будут.

Требование «реалистичности» поставленной цели необходимо для того, чтобы обучаемый любой степени подготовленности вообще приступил к выполнению работы. Поставленная цель должна быть реалистичной и побуждать обучаемого к приложению усилий по ее выполнению.

Требование «наличия временных границ» ограничивает возможность достижения поставленной цели во времени. Каждая работа должна планироваться на заранее известное учебное время (например, на учебный год, на семестр, кратное академическому часу и т.д.). Временные границы определяются уровнем S-этапа обучения.

Цель уровня факультета – подготовка квалифицированного специалиста. Цель уровня кафедры – формирование знаний, умений и навыков у студента по изучаемой дисциплине. Конкретность поставленных целей обеспечивается выполнением рабочих учебных планов, где подробно расписаны общие временные границы изучения дисциплины и отдельных тем.

После определения задач и целей на уровнях факультета и кафедры необходимо конкретизировать «ключевые результаты» КР учебной работы. Ключевые результаты определяются как приоритетные, особо важные результаты обучения, без которых нельзя считать работу выполненной. Не все результаты являются ключевыми, например, выполнение текущего теста работы ПЛК – важный, но не ключевой результат. В высшем учебном заведении, традиционно, в качестве ключевого результата обучения по дисциплине выступает успешное выполнение обучаемым плана учебных работ. Далее это выражается в получении семестрового зачета или удовлетворительной оценки на экзамене. Рекомендуемые ключевые результаты для технологии программно-лабораторный комплекс:

- выполнение всех этапов работ компьютерного практикума ПЛК;
- успешное прохождение 75% тестовых вопросов программной части ПЛК;
- выполнение всех заданий лабораторного практикума ПЛК.

В заключении необходимо отметить, что далее требуется проанализировать уровни учебной группы и студента для S-этапа системы, а также следующие ее этапы. Научно-методическая работа в данном направлении проводится в учебных заведениях Украины.

#### Литература

1. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М., Самойленко П.И., Сергеев А.В. Сценарий компьютерной работы как один из современных вариантов методических разработок. // Преподавание физики в высшей школе. Научно-методический журнал. – №23. – М.: Изд-во МПГУ, 2002. – С. 244-254.
2. Jewell L.N. Contemporary Industrial/Organizational Psychology. Third Edition. – Brooks/Cole Publishing Company, An International Thomson Publishing Company, 1998.
3. Stewart J. Speed Training. Systems for Learning in Times of Rapid Change. – London, Stirling (USA): Kogan Page, 1993.
4. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М. Программно-лабораторный комплекс как вид программированного обучения / Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 89-94.
5. Гордиенко Т.П., Лагунов И.М. Компьютерный тренинг по работам лабораторного практикума // Інформаційні технології навчання у вищих закладах освіти. Збірник матеріалів V Міжнародної науково-методичної конференції. – Суми: Вид-во СумДУ, 2001. – Част. 1. – С. 215–218.
6. Buckley R. Caple J. The Theory and Practice of Training. Fourth Edition. – London, Stirling (USA): Kogan Page, 2000.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

В.П. Леонов

г. Харьков, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

В последнее время для модернизации техники привлекаются компьютерные программы, называемые «Изобретательскими машинами», использующие банки данных физических эффектов. На кафедре физики ХГТУСА для модернизации технических устройств (ТУ) разработана компьютерная программа «Синтез» с использованием банка данных, включающего около 1000 физических эффектов. Программа позволяет синтезировать новые принципы действия ТУ в виде последовательно совместимых цепочек физических эффектов, обеспечивающих преобразование заданной входной физической величины в требуемую выходную физическую величину (характеристику).

Технические устройства находятся в развитии, происходит их усложнение, гибридизация, расширение количества выполняемых функций [1, 2]. Эта тенденция ведет к тому, что в ТУ часто объединяется несколько подсистем, каждая из которых действует на основе совокупности физических эффектов определенной природы и обеспечивает движение какой-либо одной физической формы.

При решении задачи модернизации ТУ возникает необходимость улучшения каких-либо его показателей, связанных с конкретной подсистемой. То есть задача улучшения работы ТУ часто сводится к усовершенствованию какой-либо одной его подсистемы. Поэтому структурные схемы, на которых выделяются все подсистемы и указывается их природа, являются полезным инструментом для анализа и усовершенствования принципов действия ТУ. Кроме того, структурная схема дает наглядное представление о природе используемых в ТУ физических эффектов и может применяться в учебном процессе для иллюстрации их технического применения. Рассмотрим совокупности подсистем различной физической природы в некоторых простых ТУ.

Общей чертой механических устройств является наличие

исключительно механических связей между элементами. Эти связи могут быть как жесткими, так и подвижными. По степени сложности механические устройства имеют довольно широкий диапазон от простейших, имеющих по 2-3 составных элемента, таких как молоток, нож, ножницы до очень сложных, в которых число деталей исчисляется десятками и даже сотнями. К числу последних можно отнести вязальные и ткацкие станки с механическим приводом. Типичные механические связи жесткого типа создаются путем насаживания, вставного шипа, склеивания, ограничивающих выступов. Подвижные механические связи – это осевые, шатунные, ременные, цепные и зубчатые передачи, резьбовые соединения. В механических устройствах можно выделить одну систему механического типа.

Механические часы содержат две подсистемы – механическую и оптическую. Механическая система состоит из корпуса и всего привода,двигающего стрелки. Оптическая подсистема образуется той частью элементов, которая предназначена для показания времени. Она состоит из циферблата, стрелок и прозрачной крышки из стекла или пластмассы.

Гидравлические устройства в большинстве случаев представляют собой устройства механические, так как составляющие их элементы взаимосвязаны механическими связями. Одновременно все или часть элементов гидравлического устройства взаимодействуют между собой и с жидкостью гидравлическими связями. То есть они удерживают жидкость, способствуют ее перетеканию, каким-либо образом воздействуют на жидкость, ограничивают и регулируют ее движение.

К простейшим гидравлическим устройствам можно отнести, ампулу шариковой ручки, садовую поливалку, медицинский шприц, пульверизатор. В гидравлических устройствах можно выделить механическую и гидравлическую подсистемы. Их элементы полностью или частично перекрываются. То есть некоторые элементы входят как в механическую, так и в гидравлическую подсистемы. Эта часть элементов имеет одновременно механические и гидравлические связи с другими элементами устройства.

Механико-гидравлические тепловые устройства. Такие устройства имеют, в отличие от предыдущего типа, также и тепло-

вую подсистему. То есть часть элементов системы воспринимает внешний тепловой поток и преобразует его в определенном полезном направлении. Простейшими устройствами этого типа являются стеклянный жидкостный термометр, металлический чайник с внешним нагревом.

Механико-гидравлико-оптические устройства. Примером таких устройств являются строительный уровень, заполненные жидкостью детские игрушки с плавающими рыбками. В строительном уровне можно выделить 3 различные подсистемы – механическую, гидравлическую и оптическую. В механическую подсистему входит 9 элементов, в гидравлическую – 3 и в оптическую – 5 элементов. При этом элементы гидравлической и оптической подсистем входят в механическую подсистему, взаимодействуют с ней механическими связями.

Механико-гидро-электро-термические устройства. Бытовой электрический алюминиевый чайник состоит из 13 элементов. В соответствии с его функциональным назначением в нем можно выделить 4 подсистемы различной природы: механическую, гидравлическую, электрическую и тепловую. На рисунке каждая из подсистем выделена своеобразной пунктирной линией.

Наибольшее количество элементов – 13 входит в механическую подсистему, в гидравлическую – 7 элементов, в электрическую – 3 и в тепловую – 12 элементов.

Еще большее количество подсистем имеет бытовой холодильник. В нем можно выделить механическую, электрическую, магнитную, 2 гидравлические, тепловую и оптическую подсистемы.

В сводном виде перечень некоторых простых ТУ с указанием преобразуемых ими физических форм движения приведен в таблице.

Наиболее ответственной в ТУ является работа тех элементов, которые одновременно входят в две или три подсистемы. К таким элементам каждая из подсистем предъявляет совокупность своих требований, поэтому они должны одновременно иметь свойства, позволяющие служить каждой из подсистем. Например, в электрической плитке керамический диск (держатель электрической спирали) является элементом механической,

электрической и тепловой подсистем и, следовательно, должен одновременно иметь необходимые механические прочностные свойства, электроизолирующие свойства для изоляции спирали, а также требуемые тепловые свойства, чтобы выдерживать нагревание до высоких температур без разрушения.

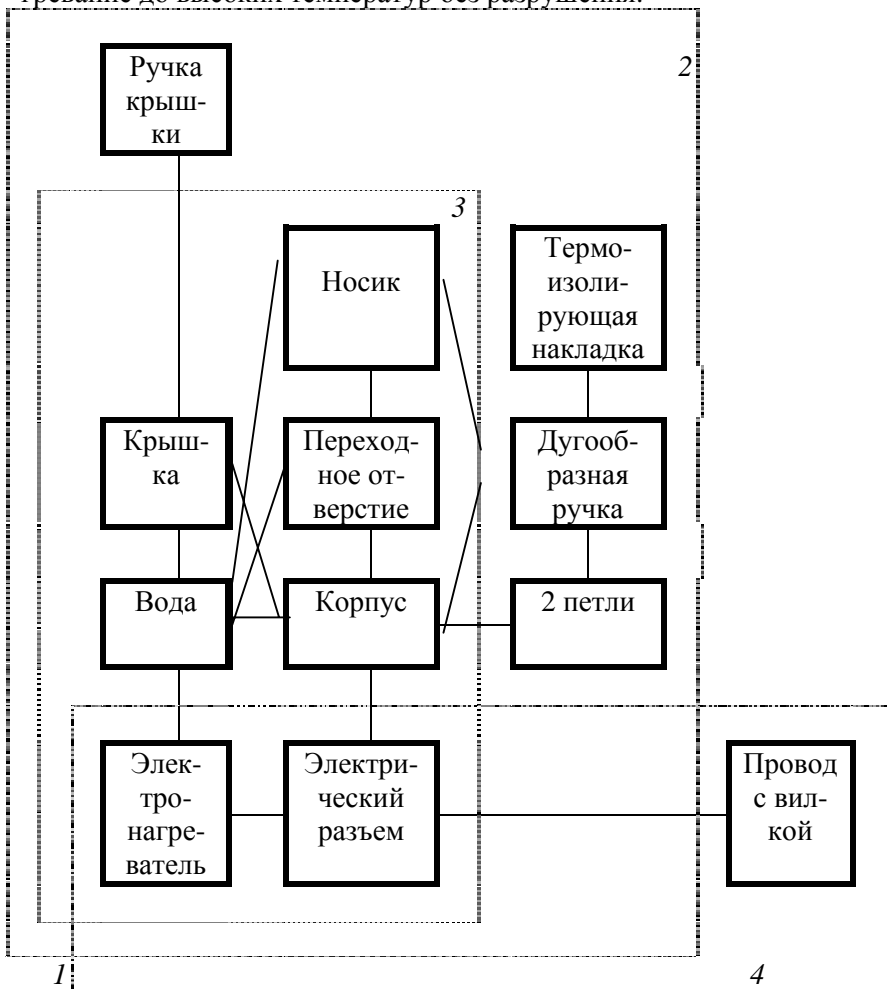


Рисунок. Структурная схема электрического чайника. 1 – механическая подсистема (охватывает все элементы), 2 – тепловая подсистема, 3 – гидравлическая и 4 – электрическая подсистемы.



В плане разрешения технических противоречий, возникающих из-за предъявления к элементам ТУ противоречивых требований различными подсистемами, большое значение имеет создание новых материалов, в которых объединяются трудно сочетаемые свойства. Их возникновение часто приводит к появлению новых или к значительному усовершенствованию существующих ТУ. К подобным материалам относятся сверхпрочное стекло, гибкая керамика и др.

Таблица

НАЗВАНИЕ УСТРОЙСТВА	ПРЕОБРАЗУЕМЫЕ ФОРМЫ ДВИЖЕНИЯ
Молоток, ножницы, нож	Механическая
Механические часы	Механическая Оптическая
Шприц Пульверизатор	Механическая Гидравлическая
Жидкостный термометр Чайник с внешним нагревом	Механическая Гидравлическая Тепловая
Строительный уровень	Механическая Гидравлическая Оптическая
Чайник электрический	Механическая Гидравлическая Тепловая Электрическая
Холодильник бытовой	Механическая Гидравлическая Тепловая Электрическая Магнитная Оптическая

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
2. Леонов В.П. Особенности развития технических объектов // Науковий вісник будівництва. – 2001. – Вип. 15. – С. 230-234.

## ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Е.І. Личковський<sup>1</sup>, Я.М. Кміт<sup>2</sup>, Л.Ф. Ємчик<sup>1</sup>, М.І. Драчук<sup>1</sup>,  
М.В. Вісьтак<sup>1</sup>

<sup>1</sup> м. Львів, Львівський державний медичний університет імені  
Данила Галицького

<sup>2</sup> м. Львів, Інститут педагогіки і психології АПН України (Львів-  
ський науково-практичний центр)

Самостійна робота студентів – одна з головних ланок процесу становлення фахівців. В процесі самостійної роботи студенти мають можливість поглибити знання, отримані на лекціях, практичних та лабораторних заняттях, а також розвинути навички застосування їх для вирішення конкретних професійних завдань.

У зв'язку з інтенсивним ростом інформації навчання у вузах розраховано значною мірою на активну самостійну роботу студентів. На перших курсах це надзвичайно слабка ланка у навчанні, тому що студенти недостатньо самоорганізовані, що проявляється в нераціональному використанні позанавчального часу і в організації самостійної підготовки.

Дуже важливо, щоб студенти усвідомлювали необхідність систематичної самостійної роботи. Щоб досягти цієї мети необхідно керувати самостійною роботою, особливо на перших курсах: планувати, організовувати, контролювати, стимулювати та визначати її ефективність.

Планування самостійної роботи ґрунтується на вивченні бюджету часу студентів і узгодженні ступеня складності та періоду контролю за виконанням самостійної роботи між суміжними кафедрами у кожному семестрі. Ми вивчали бюджет часу студентів. Для цього склали анкету, де враховували стаж, спеціальність до вступу у вуз, місце проживання та час на щоденну підготовку до занять. Анкетування проводилось декілька років підряд, що зумовлено зміною контингенту студентів.

Дослідження проводились в процесі вивчення курсу «Медицина і біологічна фізика». На початку навчання ми виявляємо вихідний рівень знань студентів з нашого предмету, що дало можливість визначити найбільш слабо засвоєні розділи шкільного курсу фізики. Стандартизований контроль вихідного рівня знань

проводиться за індивідуальними завданнями, розробленими авторами. Середній ступінь засвоєння навчального матеріалу, закладеного у завданнях, в потоці з восьми груп за результатами контролю виявився рівним 35,1%, самий гірший результат серед груп був 24,5%, а кращий – 51,4%. На протязі навчального року позааудиторна та аудиторна робота цих студентів знаходилась під постійною увагою викладачів. Використовувались різноманітні форми допомоги їм. Була змінена методика проведення поточних занять, що визначало і позааудиторну підготовку до них. Максимальна індивідуалізація в процесі практичних і лабораторних занять, систематичний контроль результатів самостійної роботи та їх оцінка дозволили інтенсифікувати позааудиторну роботу.

Змінена методика занять, що включала названі компоненти навчального процесу, зумовлювала підвищення відповідальності кожного студента, і в результаті – активізацію самостійної роботи.

Виявлена чітка кореляція між часом самостійної роботи студента та оцінкою, отриманою ним на іспиті. Результати виявились такими: відмінно – 28,6% і 30,5%; добре – 28,6% і 29,5%; задовільно – 34,9% і 37,3%; незадовільно – 7,8% і 2,6%. В результаті застосування нової методики число невстигаючих студентів зменшилось майже у три рази.

З іншого боку, було проаналізовано як витрачається студентами позааудиторний час при підготовці до різних дисциплін, а саме: студенти із середньою медичною освітою на підготовку з медичної і біологічної фізики затрачають 1,5 години, з хімічних дисциплін – 4,2 години, з біології, латинської мови, анатомії, фізіології – 1,5-2 години; студенти, що поступили після школи, на підготовку з анатомії, фізіології, латинської мови в середньому затрачають 3-3,5 години, на загальноосвітні – 1-1,2 години. Це дуже велике перенавантаження, враховуючи, що робочий день студента у цілому не повинен перевищувати 9-10 годин.

На першому курсі з'ясовуємо об'єм самостійної роботи з окремих розділів, визначаємо, на яких аспектах кожна кафедра повинна акцентувати увагу. Так, наприклад, біологічні мембрани вивчають на кафедрах біології, фізіології, біофізики, біохімії, пропедевтики внутрішніх хвороб; термодинаміку – біології, біо-

неорганічної хімії, медичної і біологічної фізики, фізіології тощо.

Визначаючи об'єм самостійної роботи, окремо плануємо самостійну підготовку з лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних занять та до виконання індивідуальних контрольних робіт.

На початку кожного семестру викладачі знайомлять студентів з методами самостійної роботи та матеріалами, що можуть допомогти їм у роботі: картотека літератури, тексти лекцій, методичні розробки для самостійної роботи тощо.

Викладач враховує індивідуальні мотиви вивчення матеріалу, стимулює студентів до активної діяльності, підкреслюючи зв'язок свого предмету зі спеціальними дисциплінами і майбутньою професією.

Планування самостійної роботи проводиться не з загальних питань медичної і біологічної фізики, а професійно спрямовано, що дає безпосередній вихід на фахові дисципліни і на кваліфікаційну характеристику спеціаліста.

Методичне забезпечення включає зміст роботи, повний перелік літературних джерел, приблизно час виконання цієї роботи, завдання для самоконтролю.

Для розвитку самостійності студентів дуже важливо, щоб вони самі усвідомили необхідність систематичної планомірної повсякденної роботи «без авралів». Усвідомлення цього розвивається поступово і немаловажне значення має виховна та організаційна робота у навчальному закладі.

Обов'язкова самостійна робота має різноманітні форми:

- опрацювання теоретичного матеріалу до лекційних занять: повторення матеріалу попередніх лекцій, підготовка теоретичного матеріалу, заданого для самостійного опрацювання, повторення матеріалу при підготовці до колоквіуму;
- опрацювання теоретичного матеріалу до лабораторних занять: теорії до заданої лабораторної роботи, теорії для захисту роботи;
- розв'язання задач, заданих на практичних заняттях та підготовка теоретичного матеріалу до наступного практичного заняття.

На лекціях пропонується впровадження проблемних ситуацій. Не завжди заняття проводяться фронтально, частіше практи-

чне або лабораторне заняття випереджає лекцію. Тоді самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, виконання лабораторної роботи дає можливість ввести на лекції проблемну ситуацію, в результаті чого буде здійснено контроль знань. Це стосується особливо професійно значимих тем.

Задачі удосконалення організації самостійної роботи у вищій школі можна розглядати у трьох аспектах: організаційному, дидактичному і психологічному. В нашому дослідженні організацію самостійної роботи студентів розглядаємо у дидактичному аспекті і використовуємо її як метод навчання і як форму організації навчального процесу студентів. Особливо важливою є самостійна робота, що стосується практичних занять, оскільки у вищій медичній школі вже з першого курсу студенти повинні виробляти мануальні навички (в нашому випадку користуватись медичним інструментарієм та апаратурою). Для реалізації цієї мети студентам пропонується:

- перелік загальних вимог до оцінки знань, вмінь та навичок необхідних для практикуму;
- перелік контрольних питань для самоконтролю;
- щотижневий план самостійної підготовки по лабораторному практикуму;

З окремих тем студентам надаються індивідуальні домашні завдання (елементи теорії ймовірності та математичної статистики, реологічні характеристики біологічних рідин, електропровідність органів і тканин, методи рентгенівської діагностики і терапії тощо) у вигляді задач. Завдання видається на початку семестру та встановлюються терміни виконання. Необхідну допомогу при виконанні самостійного індивідуального завдання студенти отримують у викладача на консультаціях. З лекційного матеріалу лектор контролює самостійну роботу різними методами в залежності від ступеня важливості та складності його. Проводяться лекторські контрольні роботи, співбесіда в позаурочний час на консультаціях, написання рефератів та їх захист.

Ефективну роботу студента забезпечують такі фактори, як сприятливий емоційний стан після успішного завершення попередньої роботи. Самостійну роботу студентів необхідно стимулювати. Наприклад, за активну участь в ділових іграх можна виставити екзаменаційну оцінку або диференційований залік. Ефе-

ктивність виконання самостійної роботи переважно перевіряється на іспиті, особливо на письмовому з наступною співбесідою з викладачем для більш об'єктивної оцінки знань. Задачі, які даються на іспиті, є у методичних розробках і студенти їх розв'язують в семестрі самостійно або під керівництвом викладача.

Отже, нами використовуються такі форми організації самостійної роботи:

⇒ перша форма – підготовка до занять. Складено графіки самостійної роботи, які містять назви робіт, вказано види навчального матеріалу, бюджет часу на усі види самостійної роботи. Регулярність самостійної роботи контролюється перевіркою контрольних робіт, проведенням колоквиумів та співбесіди. Для закріплення матеріалу лекцій та самоконтролю з кожної теми є тестові завдання;

⇒ друга форма – це введення елементів науково-дослідної роботи (експериментальної або написання реферату). У деяких випадках ця робота виконується разом із суміжними кафедрами або фаховими. Результати цієї роботи доповідаються на наукових конференціях різного рівня. Таким чином студентів стимулюють до роботи у бібліотеках для пошуку цікавої та корисної у фаховому відношенні інформації.

Правильно організована самостійна робота дає можливість збільшити мотивацію до навчання, активізувати пізнавальну діяльність студентів та формувати професійне мислення.

## ІНТЕГРАТИВНО-ПРОГНОСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВІДБОРУ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ З МЕДИЧНОЇ І БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ

Е.І. Личковський<sup>1</sup>, Я.М. Кміт<sup>2</sup>, Л.Ф. Ємчик<sup>1</sup>, М.В. Вісьтак<sup>1</sup>,  
М.І. Драчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup> м. Львів, Львівський державний медичний університет імені  
Данила Галицького

<sup>2</sup> м. Львів, Інститут педагогіки і психології АПН України (Львів-  
ський науково-практичний центр)

Широке використання техніки та нових методів діагностики і лікування вимагає внесення коректив у зміст навчання фахівців медичного профілю.

Щоб виявити тенденції розвитку науки, техніки, освіти та прискорити їх реалізацію необхідно прогностично підходити до аналізу їх інтегративної взаємодії в системі освіти. Така інтеграція ґрунтується на процесах взаємозбагачення наук, відображенні важливих досягнень фундаментальних наук і використання їх у фахових дисциплінах. Інтеграція передбачає крім формування змісту навчання, використання єдиної термінології ще й використання нових методів дослідження, формування логічного мислення тощо.

Для інтегративних процесів, зокрема у медицині, характерний обмін ідеями, поняттями та методами, що зумовлює взаємопроникнення елементів з різних галузей знань. Це сприяє підвищенню теоретичного рівня знань та прискоренню їх впровадження у практику, підвищує мотивацію до навчання.

Розвиток медичної науки і практики відображає сучасний стан та основні тенденції розвитку охорони здоров'я, вплив наукових досягнень фізики, хімії, біології, кібернетики. Останнім часом широко використовуються нові методи діагностики: комп'ютерна рентгенівська томографія, ультразвукова та ЯМР-томографія тощо. Ці та інші методи повинні бути включені до навчальної програми.

Сучасна вища школа, відображаючи об'єктивний розвиток процесів пізнання, приділяє все більше уваги оволодінню методами пізнання. Це зумовлено тим, що одні й ті самі методи за-

стосовують у здавалось би різних професіях, розширюючи при цьому коло знань та вмінь, озброюючи складним та тонким інструментом дослідження та пізнання і є особливо важливим для процесу навчання у вищому навчальному закладі, де необхідна інтеграція фундаментальних і фахових дисциплін. Фундаментальні науки дають узагальнення, закони, методи, а фахові, користуючись ними – визначають конкретні закономірності, що складають основу вмінь фахівця. Цей критерій реалізує принцип добору змісту навчання у процесі перетворення наукового знання за обсягом та рівнем розкриття у навчальну дисципліну [2].

Приведення змісту навчальних дисциплін у відповідність з сучасним розвитком науки і техніки та їх перспектив дозволяє розраховувати на скорочення періоду професійної адаптації, появи нових методів та засобів лікарської діяльності. Тому для формування змісту навчання медичних фахівців важливо, враховуючи прогнози розвитку фундаментальних та спеціальних дисциплін, проаналізувати динаміку того прогностичного фону, на якому буде здійснюватись професійна діяльність медичного працівника. Саме такий підхід використовувався нами у процесі прогностичного обґрунтування змісту навчання з медичної і біологічної фізики у навчальних закладах медичного профілю [3].

Становлення медичних фахівців різного профілю вимагає конкретного обсягу знань та навичок, сформованих у процесі вивчення медичної і біологічної фізики. Так, для фахівців стоматологічного профілю слід більше уваги приділити стоматологічному матеріалознавству, вивченню механічних властивостей кісткової тканини, функціонуванню щелепно-лицевого апарату та впливу на нього фізичних факторів (температури, вологості, ультразвуку, електричного струму).

Єдність методів фундаментальних наук і спеціальних медичних методів зумовлена тенденцією до їх дидактичної інтеграції. Інтегративну функцію при цьому виконує діалектичний метод, він дає можливість врахувати діалектичні зв'язки між різними рівнями організації живого організму та виявити його специфіку як цілісної саморегулюючої, самозберігаючої системи.

Інтеграція знань поєднує у змісті дисциплін ті взаємозв'язки, які об'єктивно діють у природі та пізнаються сучасними науками. Інтегративні зв'язки класифікуються за хронологічною озна-



кою (попередні, існуючі та перспективні) та за інформаційним критерієм (фактичні, понятійні, теоретичні). Інформаційні зв'язки стимулюють послідовний розвиток та узагальнення знань студентів на різних етапах навчання, забезпечують синтез знань та навичок, активізують розумову діяльність, забезпечують певний ступінь засвоєння знань та вмій, використання у практичній діяльності і закріплення у довготривалій пам'яті [3].

Прогностичні дослідження, у свою чергу, дають можливість оновлювати і коректувати зміст навчання, раціонально поєднувати дидактичні та методичні підходи (індивідуалізація, алгоритмізація, проблемність тощо) до організації навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Зміст прикладних дисциплін змінюється швидше, ніж фундаментальних. Тому при підготовці фахівців велику увагу слід приділити вивченню фундаментальних дисциплін. Цикли загальноосвітніх та медико-біологічних дисциплін є основою для формування знань та практичних навичок фахівців медичного профілю. З одного боку вони “озброюють” їх науковими знаннями, певною системою поглядів на оточуючий світ, а з іншого – дають можливість оволодіти методичними основами вмій, принципово новим підходом до явищ життя, вмінням застосовувати їх у практичній діяльності, тобто мають вихід у галузь методології.

Підвищення ефективності навчального процесу вимагає оптимального співвідношення між фундаментальними та фаховими дисциплінами, приведення змісту навчання у відповідність з розвитком науково-технічного прогресу, що сприяє більш глибокому осмисленню студентами основ майбутньої спеціальності.

М.М. Амосов писав, що “медicina може розвиватись у двох напрямках: перший – синтезування нових лікарських препаратів, розробка електростимуляторів, створення штучних органів; другий – створення моделей біологічних систем, опис їх за допомогою математичного апарату, використання обчислювальної техніки для діагностики і лікування. Уже в наш час переважає другий напрям і йому належить майбутнє” [1]. “Медична і біологічна фізика” – єдина дисципліна у медичних закладах освіти, яка дає майбутнім фахівцям фізико-технічні знання. Ці знання необхідні їм, зокрема, для математичного моделювання фізіологічних

процесів та прогнозування захворювань на основі кількісних результатів клініко-фізіологічних досліджень, тобто параметрів патологічних процесів [5].

Функціонування живого організму можна розглядати як здійснення сукупності спряжених хімічних перетворень, що здійснюються під дією, та за участю множини ініціюючих, каталізуючих та регулюючих ці процеси хімічних і фізичних факторів. Це відкриває обґрунтовані перспективи пізнання життєвих процесів та керування ними. Процес навчання передбачає вивчення обчислювальної техніки, мікропроцесорів, технічних засобів синтезу об'ємних зображень внутрішніх органів за допомогою акустичної та оптичної голографії. Високочастотна ультразвукова діагностична апаратура забезпечує необхідну глибину зондування. Метод комп'ютерної томографії, ехо- та доплерографії є теж перспективними [1].

Наше дослідження спрямоване на розробку методики встановлення інтегративних зв'язків між фундаментальними та фаховими дисциплінами для вибору оптимального змісту навчання (на прикладі курсу “Медичної і біологічної фізики”).

При відборі навчального матеріалу з медичної і біологічної фізики ми використовували такі критерії: а) визначаючи зміст навчального предмету, слід акцентувати увагу на тих поняттях та явищах, які зумовлюють професійне спрямування курсу; б) визначати глибину деталізації кожної теми; в) встановити функціонально-логічні зв'язки, виходячи з практичного значення елементів кваліфікаційної характеристики; г) при відборі матеріалу з медичної апаратури враховувати принцип типовості, класифікуючи апаратуру та вивчаючи фізичні основи, на яких ґрунтується її структура та дія.

Спеціаліст з вищою освітою повинен творчо виконувати свої функції на рівні сучасної науки і техніки і, володіючи практичними дослідницькими навичками, оволодіти методикою навчання [4]. Кожна дисципліна ставить певну мету, обумовлену її специфікою та методологією. Але усі вони вирішують завдання практичної охорони здоров'я до підготовки спеціалістів. Мета навчання проектується на відповідну модель фахівця. Для розробки такої моделі проводяться попередні дослідження, метою яких є виявлення вимог до фахівців, вивчення перспективних

змін в характері та змісті праці (використання нової діагностичної і фізіотерапевтичної апаратури, нових методів діагностики), вивчення структури та змісту самої науки, яку потрібно засвоїти [3]. Зіставляючи модель діяльності та модель навчання фахівця, необхідно знайти між ними оптимальне співвідношення.

Модель фахівця медичного профілю – це кваліфікаційна характеристика, яка є результатом інтеграції знань при вивченні дисциплін різних циклів. Знання та вміння, які формуються при вивченні медичної і біологічної фізики не виходять безпосередньо на кваліфікаційну характеристику, а лише опосередковано, через спеціальні дисципліни. Тому для відбору змісту навчання ми виходимо з кваліфікаційної характеристики і мету вивчення свого курсу визначаємо, виходячи з потреб фахових дисциплін.

Модель підготовки фахівця орієнтована на прогностичне обґрунтування змісту навчання та вибір відповідної технології навчання (принцип інтеграції знань з врахуванням змістової та процесуальної сторін). Ми використовуємо елементи проблемного навчання, що дає можливість активізувати діяльність студентів: порівнювати, аналізувати, узагальнювати, синтезувати інформацію для отримання необхідних знань, переносити знання з однієї галузі (фізики, хімії, біології) в іншу – професійну галузь (медицину). Разом з тим використовуємо традиційні пояснювально-ілюстративні методи. Для формування певного рівня пізнавальної діяльності розроблено спеціальний лабораторний практикум (біофізика, медична електроніка, фізіотерапевтична апаратура).

Використана нами технологія інтегрованого формування знань враховує обмеження в часі та психофізіологічні особливості сприйняття студентами навчального матеріалу. Ми врахували що:

- підходи, методи, що використовуються на сучасному етапі, на момент закінчення університету (коледжу) зміняться, тому їх слід розглядати у прогностичному аспекті;
- процес навчання у вузі є лише фрагментом у ланцюгу неперервної освіти, яка далі продовжується на робочому місці, факультетах післядипломної освіти та самостійно;
- процес засвоєння матеріалу підпорядковується об'єктивним закономірностям, що враховують як самий зміст,

так і мотивацію до навчання і емоційно-естетичні особливості викладання.

Отже, для підвищення ефективності процесу навчання необхідно проаналізувати з прогностичної точки зору вимоги практичної охорони здоров'я до спеціалістів і відобразити це в інтегрованій моделі фахівця.

Змінюються методи та засоби праці і це слід відобразити в інтегрованій моделі фахівця. Виходячи з моделі фахівця провести відбір змісту навчання та підібрати відповідну технологію з врахуванням обмеження у часі та психофізіологічні особливості сприйняття.

#### Література

1. Амосов Н.М. Прогнозирование научно-технического процесса. – М.: Знание, 1968.
2. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения. – М., 1977.
3. Гершунский Б.С. Прогностический подход к педагогическим проблемам профессионально-технического образования. – М., 1984.
4. Вопросы педагогики и психологии высшей медицинской школы / Тезисы научной конференции преподавателей медицинских вузов Украины. – Одесса, октябрь 1997.
5. Блантер Б.Й., Ханин М.А., Чернавский Д.С. Введение в математическое моделирование патологических процессов. – М., 1989.

## ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИХ ТА МАГНІТНИХ ПОЛІВ

Р.М. Лучицький<sup>1</sup>, Я.В. Солоничний<sup>1</sup>, О.Д. Власій<sup>2</sup>

<sup>1</sup> м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<sup>2</sup> м. Івано-Франківськ, Прикарпатський державний університет

Для фізики характерний фундаментальний науковий метод дослідження. Само собою зрозуміло, що цей метод є експериментальним. Адже фізика є природничою наукою і її закони розкриваються за допомогою досліду, їх означення наповнюються змістом тільки за допомогою вимірювань. Чітке розуміння цього експериментального характеру фізичних законів має дуже велике значення: воно робить фізику наукою про природу. Але одночасно воно вказує і на межі застосування встановлених фізичних законів і теорій, які на них ґрунтуються.

Першим кроком до розуміння природи, явищ реального світу є спостереження. Але щоб робити загальні висновки, ми повинні при аналізі вміти розчленовувати явище, виділяти його окремі елементи і, по можливості, змінювати експериментальні умови. Тобто необхідно перейти від простого спостереження до експерименту. Завдяки експерименту можна визначити кількісні характеристики 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. Сьогодні на порядку денному постає питання: чи обов'язково ця кількісна форма має мати традиційну форму, тобто виражати фізичні закони у вигляді диференціальних рівнянь?

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) символні (аналітичні) перетворення; 3) моделювання; 4) управління в реальному часі.

Коли комп'ютер є інструментом *числового аналізу*, в програму для нього закладають всі суттєві фізичні принципи, а тоді вже проводять операції з великими матрицями, беруть багатомірні інтеграли, або ж розв'язують складні диференціальні рівняння.

В теоретичній фізиці все більшого поширення набувають *аналітичні перетворення*, при яких за допомогою типових програм аналітичних перетворень можна виконати такі математичні операції як диференціювання, інтегрування, розв'язок рівнянь і розкладання в степеневий ряд.

*Моделювання* характеризується тим, що в програму закладаються всі основні закони моделі з мінімальним аналізом.

В експериментальній фізиці комп'ютери використовують на всіх етапах лабораторного експерименту: для проектування апаратури, управління нею в ході експерименту і до збору та аналізу даних, і тому вони вимагають *програмування в реальному часі*. Тобто сьогодні вже мало використовувати комп'ютер для навчання фізики. Складніше, але значно важливіше “навчитись вчити” комп'ютер моделювати фізичні процеси. Тому числове моделювання складає невід'ємну частину сучасної фундаментальної і прикладної науки. По важливості в останні роки воно наближається до традиційних експериментальних і теоретичних методів.

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 із 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.

Іноді числове моделювання називають *обчислювальним експериментом*, оскільки воно має багато спільного з традиційним лабораторним експериментом. Зв'язок між ними виразити такими аналогіями:

лабораторний експеримент	обчислювальний експеримент
зразок	модель
фізичний прилад	програма для комп'ютера
калібрування	тестування програми
вимір	розрахунок
аналіз даних	аналіз даних

Відправним пунктом числового моделювання є розроблення ідеалізованої моделі даної фізичної системи. Потім треба визначити процедуру, або *алгоритм* для реалізації цієї моделі на комп'ютері. Комп'ютерна програма моделює фізичну систему і описує обчислювальний експеримент. Таке комп'ютерне моделювання (обчислювальний експеримент) виражає зв'язок між лабораторним експериментом і теоретичними розрахунками.

Нами розроблені програми, які дозволяють розрахувати та отримати на екрані монітора картину силових ліній електростатичного поля, створеного кількома (від 1 до 10) точковими зарядами різних знаків та величин. Подібні програми дають змогу зобразити картину ліній індукції магнітного поля, створеного кількома прямолінійними нескінченими паралельними між собою провідниками, через які протікають різні за величинами та напрямками струми. Провідники орієнтовані перпендикулярно до площини екрану монітора.

Такі програми дозволяють на навчальних заняттях практично миттєво продемонструвати картину силових ліній електростатичного (магнітного) поля, ввівши координати, величину та знак

(напряг) точкових зарядів (струмів).

Другим напрямком застосування даних програм є виконання лабораторних робіт з дослідження властивостей електростатичного чи магнітного полів. При цьому кожний студент отримує індивідуальне завдання і самостійно може виконувати його за допомогою комп'ютера. Причому важливим є сам підготовчий процес роботи над поставленою задачею: як її пристосувати до вимог комп'ютера, як узгодити фізичну суть явища із можливостями програми і вибраної моделі.

Для поглибленого вивчення даної теми точкові заряди можна замінити зарядженою площиною чи частиною сфери і ввести третю координату, – моделюючи таким чином картину електричних полів лабораторії (чи цеху), і досліджувати проблеми електростатичного захисту чи впливу електромагнітних полів на діяльність людини поблизу її робочого місця.



## ВИХОВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ САМОСВІДОМОСТІ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

В.М. Макидон  
м. Кривий Ріг, Середня школа №99

Ми звикли до того, що на уроках фізики знайомимо учнів з життям та науковою діяльністю найбільш відомих вчених. Безперечно, факти їх біографії дають учням приклад працелюбності, принциповості, чесності, наполегливості в досягненні мети, прагнення бути корисним людству.

Але ж не забуваймо, що ми живемо на Україні. А українська земля дуже багата на таланти. Цілу плеяду геніальних учених і винахідників вона подарувала людству. І, мабуть, розповідь про їх великий вклад у розвиток світової науки, безперечно, буде сприяти розвитку у учнів патріотичної самосвідомості, громадянської відповідальності і мужності, готовності трудитися для розвитку Батьківщини, захищати її.

Зрозуміло, що учня на екзамені не запитають про те, якою людиною був, наприклад, С.П. Корольов. Але хто знає, що корисніше для учня, знати всі нюанси реактивного руху, чи замислитися над тим, як жив, як думав цей вчений, для якого життєвим кредо є: *„Просто жити – не можна; жити треба захоплено!”* Можливо, дізнавшись про особистість тих, ким пишається фізична наука, учень захоче краще зрозуміти зміст науки? А, можливо, зможе краще зрозуміти саме життя, його істинні цінності і своє місце в ньому?

Ось, М. Кибальчич (1853 – 1881) – революціонер, учасник замаху на Олександра II. В 1881 р. ув'язнений, розробив проект реактивного літального апарату і накреслив його на стіні камери Петропавлівської фортеці. За декілька днів до вироку він, в'язень, написав листа: *„Знаходячись в заточенні, за декілька днів до смерті, я пишу цей проект... Якщо моя ідея буде визнана здійсненою, то я буду щасливий тим, що зробив величезну послугу Батьківщині і людству”*.

Залучення до історії науки збагачує інтелект та духовний світ наших учнів, формує кращі людські якості, які визначають моральний облік людини нашого суспільства.

Так, в 10 класі на уроці “Електричний струм в електролітах”, учні ознайомлюються з людиною дивовижного обдарування, вченим з надзвичайним талантом новатора, в доробку якого десятки відкриттів і винаходів світового значення, Миколою Пильчиковим, який народився в місті Полтаві. Ще на II курсі Харківського університету винайшов електричний фонограф, випередивши на кілька десятиріч зарубіжних учених. За все своє коротке життя він написав 18 наукових праць, розробив 9 фізичних і фізико-хімічних приладів.

Розглядаючи в 11 класі елементи теорії відносності, постулати Ейнштейна, як не згадати видатного вченого і патріота України, чий ім'ям пишається світ. Це Олекса Біланюк. Той Біланюк, який ще в 60-х роках насмівився зазіхнути на авторитет А. Ейнштейна та цілих поколінь учених, які вважали безсумнівним існування в природі межі максимальної швидкості.

Вивчаючи тему “Інтерференція світла” доцільно розповісти про В.П. Линника, що народився в Харкові. Наукові праці відносяться до фізичної і астрономічної оптики, оптики рентгенівських променів. В.П. Линник є автором різноманітних оптичних приладів. При вивченні переходу рідкого стану в пар і понятті критичної температури необхідно розповісти про видатного фізика, організатора і керівника першої фізичної лабораторії на Україні, професора Київського університету М.П. Авенаріуса. Його лабораторія визначила критичну температуру багатьох рідин. Відомий внесок в зв'язування природи провідності металів зробили українські вчені М.Д. Папалексі, який народився в м. Сімферополь та Мандельштам з Одещини.

Цей перелік можна продовжувати без кінця. І тому, інколи хочеться забути про тягар перевантаження і поговорити з учнями про те, як думали, як шукали істину наші кращі представники фізичної науки, якими людьми вони були.

Нашому поколінню випало складне і дуже відповідальне завдання – відродження української мови, державності, нації. Це наш історичний обов'язок, виправдання нашого перебування на цьому світі. Не перекладаймо цього тягаря на плечі інших. А головну умову, яка обумовлює успіх в цій справі, можна сформулювати словами Л.Д. Ландау: *“Головне, працювати з захопленням, це страшенно прикрашає життя”*.

## ПРО ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ З ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ-ЗАОЧНИКІВ

М.М. Медюх

м. Тернопіль, Тернопільський державний технічний університет  
ім. Івана Пулюя

Специфіка заочної форми навчання у вищій технічній школі [1] вимагає максимального пристосування навчальних і методичних посібників (конспектів лекцій, лабораторних практикумів, збірників контрольних задач) до обмежених часових умов і можливостей студентів-заочників для засвоєння програмного матеріалу.

Лабораторний практикум, як відомо, покликаний не тільки закріпити теоретичні знання, набуті студентом-заочником під час оглядових лекцій і самостійного опрацювання літератури, але й дати студентам відомості про основні вимірювальні прилади, навчити користуватися ними і створити можливість отримати навички проведення простих експериментальних досліджень з фізики.

Для полегшення підготовки студента-заочника до виконання лабораторних робіт викладачами кафедри фізики ТДТУ укладено лабораторний мініпрактикум [2], що містить опис десяти лабораторних робіт (чотири з механіки і молекулярної фізики та по три з інших двох частин курсу фізики).

Вміщені у практикумі роботи легко реалізувати технічно, вони не потребують складних приладів, можуть бути виготовлені у кількох примірниках (це дозволяє проводити роботи фронтальним методом) і не потребують тривалого часу для їх виконання. Інструкції до цих лабораторних робіт складаються з достатньо повних теоретичних відомостей, опису установки або приладу, порядку виконання роботи, таблиці для запису даних і результатів обчислень, додаткових завдань і контрольних запитань, відповіді на які студент може знайти у теоретичних відомостях.

Крім цього, в лабораторному практикумі для заочників подана мінімальна інформація про похибки, наближені обчислення, основні вимірювальні прилади (будова, принцип дії, найважливіші характеристики, переваги і недоліки), одиниці вимірювання

фізичних величин в системі СІ (назва величини, її символ, визначальна формула, назва одиниці вимірювання та її скорочене позначення), а також рекомендована література.

Таким чином, мініпрактикум містить всю необхідну для студента інформацію для підготовки до роботи, проведення експерименту, обчислення результатів і похибок. Це дозволяє студентів не тільки провести дослід і виконати обчислення, але й заохотити роботу на цьому ж занятті.

Виконання контрольних робіт є важливою формою закріплення теоретичного матеріалу, який студент-заочник повинен осягнути переважно шляхом самостійної роботи.

Обширність програми курсу фізики, відсутність у літературі достатньої кількості прикладів розв'язування типових задач, різні задачі для кожного студента й інші причини створюють додаткові і, часто, непереборні труднощі для заочника.

Виходячи зі сказаного нами укладено мінізбірник контрольних задач з фізики для студентів-заочників [3], який має наступні особливості, спрямовані на полегшення праці студента-заочника:

1) задачі підібрані так, що вони охоплюють матеріал лише з найважливіших, вузлових тем курсу фізики;

2) кожна задача містить декілька (від двох до п'яти) різнорівневих запитань, які задають послідовність розв'язування задач і, як правило, розміщені в порядку зростання складності;

3) в умови задач введено символічні позначення заданих і шуканих величин;

4) числові значення відповідних фізичних величин підібрано так, щоб спростити обчислення.

Мінізбірник містить 96 задач середньої трудності з усіх основних розділів (1. Механіка. 2. Молекулярна фізика і термодинаміка. 3. Електростатика. Постійний струм. 4. Електромагнетизм. 5. Оптика. 6. Атомна фізика. Фізика твердого тіла. Ядерна фізика) і вузлових тем курсу фізики й розрахований на практикований останнім часом на кафедрі фізики ТДТУ підхід, який передбачає, що всім студентам спеціальностей з однаковою програмою вивчення фізики на одну контрольну роботу видається 8 задач, однакових для всіх студентів. Це дозволяє студентам обмінюватися інформацією, щодо методики розв'язування задач і, до певної міри, заощаджувати час на отримання консультацій у

викладача.

Тематика і форма задач мінізбірника частково використана з традиційних збірників В.С. Волькенштейн та О.Г. Чертова і А.О. Воробйова.

Крім того, у мінізбірнику подано методичні вказівки з переліком вимог до оформлення контрольної роботи, дотримання певної послідовності при розв'язуванні задач і найважливішими правилами наближених обчислень, наведено приклад-схему розв'язування задачі, а також необхідні додаткові матеріали.

Досвід використання мінізбірника показує, що він зручний у роботі й сприяє підвищенню ефективності навчального процесу на заочній формі.

#### Література

1. Дідух Л., Медюх М., Нікіфоров Ю., Пундик А. Про методику викладання фізики у вищому технічному навчальному закладі // Матеріали міжнародної наук.-метод. конф. «Актуальні проблеми викладання та навчання фізики у вищих освітніх закладах». – Львів: Ліга-Прес, 2002. – С. 47-49.
2. Довгоп'ятий Ю.М., Медюх М.М., Нікіфоров Ю.М. Фізика: лабораторний практикум для студентів заочної форми навчання. – Тернопіль: ТДТУ, 2003. – 58 с.
3. Медюх М. Збірник контрольних задач з фізики для студентів-заочників всіх спеціальностей. – Тернопіль: ТПІ ім. І. Пулюя, 1996. – 20 с.

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛОГІЙ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

С.П. Мовчан, І.М. Кудрявцев

м. Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
aip@khadi.kharkov.ua

Формування наукового світогляду молоді, зокрема розуміння фізичної картини світу, як його невід'ємної складової, досягається завдяки взаємозв'язку принципів природознавства та методологічних принципів і методів. Не вдаючись до їх загального переліку та аналізу, зупинимося лише на методі аналогій, який є наслідком взаємозв'язку фізичних явищ різної природи, єдності фізичної картини світу.

На думку канадського вченого М. Бунге [1], аналогія має три основні функції:

- 1) евристичну – для узагальнення, побудови повних фізичних теорій та законів, інтерпретації нових формул та фізичних параметрів;
- 2) розрахункову – отримання кінцевих результатів розрахунку, скажімо механічних осциляторів на підставі аналогій з відповідними електричними колами;
- 3) експериментальну – використання моделей, копій як аналогів реальних об'єктів (моделі будівельних кранів або моделі транспортних засобів в аеродинамічних трубах тощо).

Розглянемо в межах класичної фізики детальніше перші дві функції аналогії, не торкаючись квантової теорії.

Багаторічний досвід викладання курсу фізики, який знайшов часткове втілення в навчальних виданнях [2, 3] для студентів вищих технічних навчальних закладів, переконливо свідчить про плідність та доцільність використання методу аналогій при з'ясуванні суті як векторних, так і скалярних характеристик потенціальних силових полів.

Тому, вже при розгляді гравітаційного поля зручно наводити такі його характеристики як напруженість  $\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m} = -\gamma \frac{m}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$ ,

потенціальна енергія  $W_n(r) = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r} + const$  та потенціал

$\varphi(r) = \frac{W_n(r)}{m} = -\gamma \frac{m}{r} + const$  по аналогії з відповідними, більш звичними для аудиторії, характеристиками електростатичного поля

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \pm k \frac{q}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}, \quad W_n(r) = \pm k \frac{q_1 q_2}{r} + const,$$

$$\varphi(r) = \frac{W_n}{q} = \pm k \frac{q}{r} + const.$$

Подальшим логічним продовженням є нагадування того, що силове поле центральних сил інерції (відцентрової сили  $\vec{F} = m\omega^2 \vec{r}$ ) в неінерціальних системах відліку подібно згаданим вище центральним силам тяжіння, можна також описувати [2] за допомогою скалярних параметрів – потенціальної енергії  $W_n(r)$  та потенціалу  $\varphi(r)$ :

$$\varphi(r) = \frac{W_n(r)}{m} = \frac{1}{m} \left( -\frac{1}{2} m r^2 \omega^2 \right) = -\frac{1}{2} \omega^2 r^2,$$

де  $I = m r^2$  – момент інерції точкового тіла.

Суттєву евристичну роль відіграє метод аналогії при з'ясуванні фізичної суті коефіцієнту теплопровідності  $\kappa$ . Користуючись співставленням явищ теплопровідності та електропровідності [3] слід записати закон Фур'є

$$\Delta Q = -\kappa \frac{\Delta T}{\frac{1}{\Delta l}} = -\frac{\Delta T}{R_T},$$

$$\kappa \Delta S$$

де  $R_T = \frac{1}{\kappa} \frac{\Delta l}{\Delta S}$  – тепловий опір по аналогії з електричним активним пором  $R = \frac{1}{\delta} \frac{\Delta l}{\Delta S}$ .

Отже коефіцієнт теплопровідності відіграє

$\kappa$  таку саму роль, як питома електропровідність  $\delta = \frac{1}{\rho_r}$  (обер-

нена до питомого опору) і залежить відповідно як і величина  $\delta$  або  $\rho_r$  від матеріалу середовища (дерево, цегла, повітря тощо).

Найбільш широкого розповсюдження в навчальній літерату-

рі знайшло зіставлення коливань різного фізичного походження – механічних (відхилення осциляторів) та електромагнітних (рух електричного заряду  $q$  при перезарядженні конденсатора у коливальному контурі), схожість яких полягає в однаковому характері зміни з часом координати ( $x$  або  $\varphi$ ) при механічних коливаннях та заряду  $q$  при електромагнітних коливаннях.

Аналогія зазначених фізичних процесів зводиться до аналогії їх математичного опису, тобто тотожності диференціальних рівнянь.

Слід пам'ятати, що здебільшого аналогія проявляє свою обмеженість [1]. У випадку зіставлення коливань аналогія діє тільки за таких обмежень, наближень, рішень, при яких повністю збігаються вихідні (початкові) умови різного роду коливань.

Розглянемо електромеханічну аналогію коливань та повні наслідки, які вона дає змогу отримати. Вимушені механічні коливання пружного осцилятора з одним ступенем вільності (зміщення вздовж лінійної осі) при наявності тертя описується рівнянням

$$\frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F}_n + \vec{F}_r + \vec{F}_z$$

або

$$\frac{d(mv)}{dt} + \mu v + k \int v dt = F_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

де  $\mu$  та  $k$  – коефіцієнти тертя та пружності, відповідно;  $F_0$  та  $\omega$  – амплітуда та частота зовнішнього впливу.

Аналогом наведеного механічного пружного осцилятора є електричне коло, що складається з активного опору  $R$ , індуктивності  $L$  та електроємності  $C$  при їх послідовному з'єднанні. Коливання струму  $I$  у такому контурі за рахунок змінної зовнішньої напруги  $U = U_0 \sin \omega t$  з амплітудою  $U_0$  та частотою  $\omega$  описується рівнянням

$$\frac{d(LI)}{dt} + RI + \frac{1}{C} \int I dt = U_0 \sin \omega t. \quad (2)$$

Аналогом фізичного маятника з моментом інерції  $I$ , який описується рівнянням для кутових координат (кута повороту  $\varphi$ , кутової швидкості  $\omega$ )



$$\frac{d(I\bar{\omega})}{dt} = I \frac{d^2\bar{\phi}}{dt^2} = \sum \bar{M}_i = \bar{M} \quad (3)$$

є електричне коло при паралельному з'єднанні  $R$ ,  $L$  та  $C$ . Коливання напруги  $U$  у такому контурі за рахунок змінного струму  $i=i_0\sin\omega t$  з частотою  $\omega$  визначається рівнянням

$$C \frac{du}{dt} + \frac{1}{R}U + \frac{1}{L} \int U dt = i_0 \sin \omega t. \quad (4)$$

Зіставлення рівнянь (1) та (2) або (3) та (4) дозволяє визначити аналогію поміж фізичними параметрами, які описують різні реальні системи (механічні чи електричні).

Слід пам'ятати, що розмірність аналогічних механічних та електромагнітних параметрів (наведених у таблиці 1) є різною, оскільки вони описують різні за фізичною суттю моделі.

Таким чином, метод аналогій надає можливість розповсюдити висновки, що одержані під час аналізу одного фізичного процесу, наприклад, за рахунок добре відпрацьованих методів вимірювання струму  $i$  або напруги  $U$  у легких за створенням електричних контурах, на дослідження процесів та вимірювання відповідних фізичних параметрів в більш ускладнених механічних системах.

Уявляється також важливою методологічна цінність принципу аналогій при викладанні загальної фізики для розширення фізичних уявлень та поглиблення фундаментальних знань студентів в закладах вищої освіти.

### Література

1. Бунге М. Філософія фізики. – М.: Прогресс, 1975.
2. Мовчан С.П. Фізичні основи механіки, ч.1. – Харків, 1993.
3. Мовчан С.П. Молекулярна фізика та термодинаміка, ч.2. – Харків, 1993.

Таблиця 1. Перелік подібних параметрів для механічних та електромагнітних процесів за методом аналогії

Параметри			
Механічні		Електромагнітні	
Вид руху		Вид контуру (ел. кола)	
Поступальний	Обертальний	Послідовний	Паралельний
Координата $x$ , $dx$	Кут повороту $\varphi, d\varphi$	Заряд $q$	Магнітне потокозчеплення $LI$
Швидкість $v$	Кутова швидкість $\omega$	Струм $i=dq/dt$	Напруга $U$
Маса $m$	Момент інерції $I$	Індуктивність $L$	Ємність $C$
Імпульс $\vec{p} = m\vec{v}$	Момент імпульсу $\vec{L} = I\vec{\omega}$	Магнітне потокозчеплення $\Psi=LI$	Електричний заряд $q$
Коефіцієнт тертя $\mu$	Коефіцієнт опору $\mu_0$	Активний опір $R$	Електропровідність $1/R$
Коефіцієнт жорсткості лінійний $k$	Коефіцієнт жорсткості кутовий $k_\varphi$	Обернена величина ємності $1/C$	Обернена величина індуктивності $1/L$
Пружна податливість лінійна $1/k$	Пружна податливість кутова $1/k_\varphi$	Ємність $C$	Індуктивність $L$

## ДО ПИТАННЯ ПРО ВИКЛАДАННЯ КУРСУ ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ НА НЕМЕХАНІЧНИХ ФАКУЛЬТЕТАХ

Ю.А. Мушенков, Н.В. Каряченко  
м. Дніпропетровськ, Національна металургійна академія України

Теоретична механіка є однією з фундаментальних дисциплін фізико-математичного циклу, що складають основу загальноінженерної підготовки студентів вищих технічних навчальних закладів. Вона є науковою базою для багатьох дисциплін, до яких належать опір матеріалів, теорія машин і механізмів, деталі машин, машини й устаткування металургійного виробництва, гідравліка і газова динаміка, теорія пружності і теорія пластичних деформацій, теорія стійкості і теорія автоматизації, регулювання і багато інших дисциплін. Теоретична механіка – одна з основних наук про природу і навколишній світ. Предметом досліджень цієї науки є механічний рух – вічний і нескінченний у своїх проявах.

Для визначення загальних законів механічного руху теоретичній механіці не досить широкого застосування апарата вищої математики, а саме, векторної алгебри, аналітичної геометрії, диференціювання, інтегрування, теорії диференціальних рівнянь, теорії множин і т.п., їй насамперед необхідні знання законів діалектики природи і деяких філософських понять.

Тому, для вивчення курсу теоретичної механіки потрібно достатнє число годин навчального навантаження в робочих планах, щоб більш повно розкрити основні закономірності механічного руху і навчити студентів не тільки механічних спеціальностей, але і будь-яких інших технічних спеціальностей ВНЗ описувати мовою математики не тільки механічний рух і рівновагу, а і немеханічні явища і процеси, що відбуваються в різних середовищах (твердих, рідких, газоподібних і їх сумішах), і в різних галузях знань (хімії, біології, електротехніці і т.п.). Записати рівняння руху або рівноваги, встановити основні закономірності і дати їм належне тлумачення – ось ті знання, що прагне дати майбутньому інженеру теоретична механіка.

Однак, незважаючи на невелику кількість годин, що відво-

дяться, наприклад, на спеціальностях ХТ, ХС, на читання лекцій (18), проведення практичних (9) і лабораторних (9) занять по теоретичній механіці, викладачі встигають дати необхідні студентам знання для їх подальшого навчання. Усе це стає можливим завдяки застосуванню технічних засобів, широкому використанню ЕОМ, сучасним навчальним технологіям. Зокрема, на кафедрі теоретичної механіки, що має два комп'ютерних класи, використовуються як інструмент для побудови і дослідження математичних моделей механічних систем пакети прикладних програм, такі як MathCad, MathLab та ін., при контролі знань студентів застосовуються програми тестування на ЕОМ, а також видаються методичні вказівки по розділах курсу теоретичної механіки, а в даний час йдуть роботи по підготовці електронної версії лекційного матеріалу.

Методи і прийоми пізнання навколишньої дійсності на прикладі механічного руху, філософські підходи до вирішення задач механіки, питання, пов'язані з історією розвитку даної науки широко викладаються під час індивідуальної роботи викладачів зі студентами. Деякі теми задаються студентам на самостійне пророблення і при проведенні тестування, контрольних робіт і іспитів включаються в питання і задачі. Також студентами виконуються індивідуальні завдання, що дозволяють по деяких ключових темах більш глибоко вникнути в суть задач і більш повно розкрити і пояснити основні закономірності механічного руху.

## ОСОБЕННОСТИ ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИКЕ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

О.В. Науменко, А.А. Таран, В.Ф. Деменко  
г. Харьков, Национальный аэрокосмический университет им.  
Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»  
kaf505@xai.edu.ua

В докладе рассмотрены некоторые аспекты особенностей преподавания курса «Экспериментальная и теоретическая физика» в техническом вузе на английском языке.

Начало третьего тысячелетия для Украины характеризуется интенсификацией процесса интеграции в международное сообщество. Количество совместных предприятий и фирм с иностранными партнерами растет лавинообразно. Украинские специалисты участвуют в международных программах, товары и разработки выходят на международный рынок. Это обуславливает потребность в специалистах, не только обладающих инженерными знаниями и навыками, но и способных мобильно, не дожидаясь переводчика, решать рабочие вопросы. Кроме того, переводчик, подготовленный на факультете иностранных языков, не может обладать специальными техническими знаниями и вникать в технические вопросы. В связи с этим в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е.Жуковского «Харьковский авиационный институт» проводится обучение студентов на английском языке по специальности «инженер-переводчик». Специалистов, получивших это образование, в дальнейшем предполагается использовать в представительствах за рубежом таких фирм, как ХАЗ, КБ «Южная», АЛ «Моторсич» и др.

Английский язык был выбран по той причине, что именно он является международным языком. Обучению на английском языке присущ ряд проблем, которые не возникают при русскоязычном обучении. Так, например, студенты не имеют учебника на английском и лектору необходимо наговаривать текстовый материал, что требует много времени. Как известно, американские учебники (например, Sears, Young «University Physics») значительно слабее отечественных, по которым учились многие поколения студентов бывшего СССР, и не соответствуют приня-

тым на Украине программам по физике, в связи с чем лектору необходимо компоновать текст американского учебника и математические выкладки отечественного.

Еще одной особенностью является довольно большой объем терминов, используемых в каждом разделе. Еще одна проблема, возникающая при чтении лекций по курсу физики: эти лекции читаются студентам I–II курсов, т.е. студентам, которые еще не адаптировались к англоязычному обучению.

Учитывая вышеизложенное, были опробованы различные методики чтения лекций и наиболее целесообразной оказалась следующая: перед лекцией студенту выдается текст лекций; в этом тексте отсутствуют обозначения, рисунки, формулы и математические выкладки. В процессе чтения лекции студент за лектором вписывает в оставленные пробелы формулы, чертит схемы, графики, математические выкладки. В тексте лекций также приведен словарь терминов и выражений, используемых в данном разделе курса.

Как показал опыт, на следующей лекции целесообразно проверить этот словарь.

Проведенные экзамены свидетельствуют о том, что студенты, прослушавшие курс лекций на английском языке, не только полностью адаптируются к английскому языку, но и успешно усваивают курс физики.

## **ІНТЕГРОВАНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТАМИ ПЕРШОГО І ДРУГОГО КУРСІВ ВНЗ І РІВНЯ АКРЕДИТАЦІЇ, ЯКІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА НАПРЯМОМ “ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА”**

Г.Г. Нестеренко

м. Мелітополь, Мелітопольський державний промислово-  
економічний технікум

Вищі навчальні заклади 1-го рівня акредитації, які здійснюють набір на основі базової середньої освіти, навчають студентів першого курсу за програмою, затвердженою Міністерством освіти і науки України.

Ця програма відповідає профільним програмам для 10-11 класів масової школи (рівні А, В), але розширена розділом “Фізичні основи механіки”, темою “Фотометрія”, окремими відомостями про з’єднання джерел струму, про лінзи та оптичні системи і поглиблена у багатьох інших.

Ефективне вивчення фізики за цією програмою дає змогу належним чином підготувати майбутніх молодших спеціалістів з напрямку “Інженерна механіка” до сприйняття дисциплін природничо-наукової та професійно-практичної підготовки і засвоєння окремих модулів курсу фізики для вищих технічних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації на 2-му курсі.

Зміст освіти з фізики для кожної зі спеціальностей напряму різний, але кожний з модулів є продуманою ланкою у ланцюгу професійних навичок, які поступово, по мірі подальшого набуття освіти, ускладнюються і розширюються.

Дидактичні цілі навчання включають глибоке вивчення фізичних процесів і явищ, їх знаковий опис за допомогою математичного апарату, опанування навичками і уміннями застосовувати набуті знання для усвідомлення виробничих процесів і сприйняття фундаментальних і спеціальних дисциплін.

Як реалізувати ці дидактичні цілі? Це питання постає перед кожним закладом, який веде пошук особистісно-орієнтованих шляхів до свідомості кожного студента [1].

Завдяки продуманій організації навчального процесу у загальноосвітніх навчальних закладах учні, які здібні до фізики, ма-

тематики, техніки навчаються у спеціалізованих класах, гімназіях і ліцеях, а пізніше поповнюють лави студентів університетів і академій.

До технікуму на спеціальності напряму “Інженерна механіка” вступають абітурієнти, які навчалися у загальноосвітніх і, інколи, навіть у гуманітарних класах. Це учні, чий батьки планують майбутнє своїх дітей як продовжувачів династії машинобудівників, прагнуть дати своїм дітям вищу технічну освіту, незважаючи на те, чи мають вони нахили до обраної батьками спеціальності.

Психологічна служба нашого закладу, яка вивчає професійну направленість студентів, свідчить, що підлітки 14–16 років ще недостатньо знають себе і не усвідомлюють свої прагнення, тому вивчення професійної орієнтації абітурієнтів не дає адекватних результатів. Як наслідок, на заняттях з фізики на першому курсі доводиться проводити різноманітну профорієнтаційну роботу.

Наші дослідження самопочуття, активності і настрою студентів, проведені у 90-х роках за методикою САН [2] та іншими, які стали підґрунтям для інтенсивного переходу від авторитарного до демократичного стилю викладання, дали змогу впевнитися у наступному. Самопочуття, активність і настрої студентів у першу і останню години навчання залежать від стану сімейних проблем, а в інший час – не від предмета, не від стилю викладання, не від віку, або інших складових, а лише від типу особистості.

Якщо типом особистості є “людина – знакова система” або “людина – техніка”, то самопочуття, активність і настрої таких студентів значно вищий від інших.

Урахування типів особистості студентів є суттєвою складовою успіхів в опануванні курсом фізики, бо дозволяє долати пасивність у інтелектуальній діяльності студентів, їхні власні психологічні проблеми, труднощі у засвоєнні матеріалу.

Педагогіка співпраці, продумана тактика роботи з сангвініками і холериками, постійна моральна підтримка флегматиків і меланхоліків утворюють основи для формування у студентів цілей навчання і впевненості у власних успіхах. Ми намагаємося виявляти повсякчасну увагу до розумової діяльності студентів: підтримувати не тільки добрим словом, а іноді знаком, посміш-



кою кожен продуктивну думку студентів; приділяти велику увагу рефлексії – аналізу розумової діяльності під час виконання домашніх завдань, осмисленні ходу розв'язання якісних, кількісних і експериментальних задач нових типів, проблемних питань тощо.

Складною психологічною проблемою є упевнити студентів у тому, що труднощі, які вони долають, помилки, які вони роблять при навчанні, являються невід'ємними складовими опанування такою багатогранною наукою, якою є фізика, що тільки повсякденне осмислення помилок є найкоротшим шляхом до успіху.

Однією з найважчих проблем, які доводиться розв'язувати, є проблема розвитку пам'яті. Число студентів, які мають довгострокову пам'ять, різко зменшилося за останні десять років, що, можливо, є реакцією на зміну екологічного стану. Але частина студентів мають нерозвинену короткострокову пам'ять. Тому доводиться використовувати не тільки алгоритми розв'язання задач, але й алгоритми опанування теоретичним матеріалом.

Наші дослідження рівня інтелекту студентів, що не бажають вчитися, за допомогою адаптованого тесту ШТУР [2] показали, що частина студентів має  $IQ > 145$ , тобто їхній розум є національним багатством. Ці студенти мають низький рівень мотивації досягнень, не бачать сенсу у навчанні, а інколи не мають зовсім ніяких цілей у житті. Не дивно, що ні батьки, ні ті, хто поряд, не можуть переконати такого студента продовжити навчання. Задача формування цілей навчання потребує кропіткої роботи професійного психолога, і далеко не завжди закінчується успіхом.

У формуванні цілей навчання на заняттях з фізики першочергова роль відводиться мотивації навчання: створенню ситуацій зацікавленості за допомогою використання історичних фактів і окремих повчальних моментів з біографій великих фізиків, політехнічної і наукової інформації стосовно фізичних процесів і явищ, які вивчаються на занятті, фізичного експерименту, і, особливо, використанню міжпредметних зв'язків зі спеціальними дисциплінами.

Подальшим шляхом у розвитку впевненості у власних силах, умінь швидко і продуктивно розв'язувати проблеми є використання методів активного навчання. Ми використовуємо на заняттях адаптовані нами для задоволення основних вимог програми з

фізики для 1-го курсу дидактичні ігри КОНОП, ЕФОП, мозковий штурм [2], ділову гру “Політ на Юпітер” та інші. Наприклад, мозковий штурм використовується при обговоренні проблеми: “Повний опис всіх видів деформацій, що витримує автомобіль і його складові в процесі експлуатації”. Для навчання процедури мозкового штурму проводиться тренінг креативності – здатності використовувати інформацію швидко і різними способами, уміння фіксувати, аналізувати і узагальнювати інформацію – під час позакласного заходу, використовуючи для навчання близьку всім тему: ”Як можна було б поліпшити стан справ у державі, якщо б я був президентом”. Слід відмітити, що значна кількість студентів швидко прогресує у навчанні після вивчення і використання процедури мозкового штурму. Число оригінальних рішень, які продукуються, досить велике.

Формуванню таких якостей інтелекту як аналіз і узагальнення сприяють різні навчальні дисципліни. Фізика, вивчаючи фізичні закони і теорії, формує уміння і навички аналізувати фізичні явища і процеси як якісно, так і кількісно, застосовувати загальні математичні методи до рішення конкретних задач, побудови моделей явищ і процесів.

У зв’язку з тим, що математика, яка розвиває аналітичне і доказове мислення, є одним з суттєвих інструментів для розв’язання конкретних задач фізики, можна тільки пожалкувати, що у загальноосвітніх закладах зменшується курс математики як змістовно, так і за обсягом відведених на опанування ним навчальних годин.

Недостатня розвиненість навичок з математики створює ще одну проблему у вивченні фізики. Тому на першому курсі доводиться проводити додаткові заняття з розв’язання рівнянь і пропорцій, а на другому курсі, для студентів нового набору – з формування умінь брати похідні і типові інтеграли, що необхідні для засвоєння курсу фізики.

Між тим, біля 50% тих студентів, які задовільно справляються з цими завданнями у математиці, не мають розвиненого абстрактного мислення, внаслідок чого не можуть застосовувати інформацію для розв’язання задач з фізики. Тобто вони, наприклад, не можуть знайти миттєву кутову швидкість фрези тільки тому, що функція позначена замість букви “у” буквою “ $\varphi$ ”, а ар-

гумент – буквою “*t*” замість “*x*”.

На жаль, не сприяють розвитку абстрактного мислення і деякі підручники з фізики для 7-8 класів, у яких замість аналітичного розв’язання задач наводяться приклади підстановки у рівняння числових значень фізичних величин.

У стандартах освіти зі спеціальностей 5.090227 “Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях” і 5.090234 “Виробництво двигунів” на опанування окремими розділами фізики вищої школи відводиться 1 кредит, що свідчить про прикладний характер курсу.

Для забезпечення однаково інтенсивної розумової діяльності студентів 2-го курсу з різними рівнями підготовки, швидкістю розумових процесів та для задоволення пізнавальних інтересів користуємося задачним підходом [4]. Для побудови навчальної діяльності використовується система задач, які забезпечують формування необхідних професійних навичок, укладену на основі аналізу змісту фундаментальних і професійних дисциплін.

Реалізація задачного підходу до вивчення фізики передбачає:

- викладання фізичних теорій на сучасному науковому рівні, водночас доступному всім студентам;
- задоволення пізнавальних інтересів студентів з різними типами особистості і різних рівнів підготовки;
- створення спеціальної системи задач, які б поступово нарощували рівень складності;
- насичення системи задач відповідним професійним змістом, який відповідає не тільки змісту дисциплін природничо-наукової і практично-професійної підготовки, але й змісту технологічних процесів, які використовуються на місцевому виробництві.

Навчання за фахом 5.090234 проводиться за модулями “Кінематика” і “Динаміка”. Відведеного часу достатньо не тільки для того, щоб на належному рівні вивчити матеріал, але й для того, щоб навчити студентів розв’язувати задачі, які відповідають змісту курсу фізики для ВНЗ III–IV рівнів акредитації.

Для поглиблення процесу професійної орієнтації ми уклали ряд задач, зміст яких сприяє розумінню кінематики і динаміки руху поршня і кривошипно-шатунного механізму, руху

різця і фрези, які обробляють деталі двигунів, дає змогу урахувати сили тертя і опору при проектуванні двигунів внутрішнього згоряння.

Навчання за фахом 5.090227 проводиться за п'ятьма модулями: “Фізичні величини і їх вимірювання”, “Молекулярна фізика”, “Електрика”, “Коливання і хвилі”, “Оптика”.

Для якісного опанування кожним з цих модулів у традиційній інтерпретації потрібно значно більше часу, ніж відведено освітньо-професійною програмою. Сучасна освітньо-професійна програма з фаху дає змогу визначити змістовні лінії міжпредметних зв'язків за основними видами і способами професійної діяльності.

Тому зміст інформації у кожному модулі сформований так, щоб він став частиною наскрізної підготовки студентів з фаху, інтегрував фізичні основи відповідних предметів (основ електротехніки і електроніки, технології конструкційних матеріалів тощо), забезпечив наступність сприйняття дисциплін.

Набуті знання і уміння стають основою для міжпредметного узагальнення знань дисциплін природничо-наукової і професійно-практичної підготовки як на теоретичному рівні, тобто на рівні фізичних законів і теорій, так і на практичному рівні – рівні, який дасть змогу усвідомлювати технологічні процеси як фізичні.

Таким чином особистісно-орієнтований підхід до вивчення фізики у вищому навчальному закладі I рівня акредитації студентами, що навчаються за напрямом “Інженерна механіка”, оснований на психологічних дослідженнях, включає урахування типу особистості, систематичну профорієнтаційну роботу, роботу з розвитку інтелектуальних здібностей студентів, в тому числі і за допомогою методів активного навчання, підвищення рівня математичної підготовки студентів та надання методичної допомоги у опрацюванні теоретичного матеріалу і розв'язанні задач.

Подальша робота з професійної орієнтації студентів 2-го курсу при опануванні модулів проводиться завдяки задачному підходу до вивчення курсу фізики, оснований на аналізі міжпредметних зв'язків освітньо-професійних програм підготовки молодших спеціалістів за напрямком “Інженерна механіка”.

## Література

1. Бех І.Д. Особистісно-зорієнтоване виховання: Науково-методичний посібник. – К.: ІЗМН, 1998.
2. Ковалев С. В. Подготовка старшекласников к семейной жизни: тесты, опросники, ролевые игры: Кн. для учителя. – М.: Просвещение. 1991. – 134 с.
3. Смолкин А. М. Методы активного обучения: Науч.-метод. пособие. – М.: Высш. шк., 1991. – 176 с.
4. Лукіна Т.О. Теоретичні основи задачного підходу до навчання фізики: дидактичний, методичний та діяльнісний аспекти. Проблеми освіти: Наук.- метод. збірник. – К.: ІЗМН, 1997. – Вип. 8.

## ЭВРИСТИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКЕ

В.И. Опришко, Т.Е. Дорогань

г. Днепропетровск, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна

Успехи электромагнитной теории породили среди большинства физиков XIX в. мысль, что теоретическая физика уже построена и осталось рассмотреть только некоторые частные случаи. В одном из выступлений М. Планк рассказал следующий эпизод. В 1879 г., защитив в Мюнхене диссертацию, он сообщил своему учителю Ф. Фон Жолли о намерении заняться теоретической физикой. «Молодой человек», – ответил ему Жолли, – «Зачем вы хотите испортить себе жизнь, ведь теоретическая физика уже в основном закончена, дифференциальные уравнения решены, остается рассмотреть отдельные частные случаи с измененными граничными и начальными условиями. Стоит ли браться за такое бесперспективное дело?» [1].

Таким же духом законченности теоретической физики была проникнута речь У. Томсона (лорда Кельвина) в 1900 г. Он говорил о ясном физическом небосводе, на котором, правда, появилось два облачка: одно, связанное с отрицательными результатами опытов Майкельсона-Морли, другое – с так называемой «ультрафиолетовой катастрофой». В дальнейшем из первого «облачка» выросла теория относительности, а из второго – квантовая физика.

В 1896 г. А. Беккерель открыл совершенно новый вид излучения, который привел в дальнейшем к радикальному пересмотру взглядов на атом как на неделимую частицу. Из этого открытия родилась атомная физика. В 1897 году Дж.Дж. Томсон открыл «атом электричества» – электрон, первую элементарную частицу. Им же была предложена первая модель атома. Атом Дж.Дж. Томсона представляет собой сферическое облако, равномерно заряженное положительным электричеством; в это облако вкраплены электроны. По образному выражению Дж.Дж. Томсона это «что-то вроде пудинга с изюмом». Но через некоторое время ученик Дж.Дж. Томсона Э. Резерфорд проделал

ряд экспериментов, которые показали несостоятельность этой модели. Э. Резерфордом была предложена новая модель атома – планетарная. Для построения планетарной модели атома Э. Резерфордом была проведена аналогия между строением солнечной системы и строением атома. По Резерфорду, атом – это солнечная система в миниатюре. В центре атома находится ядро, в котором сосредоточена практически вся его масса, вокруг ядра, подобно планетам,двигающимся вокруг Солнца, движутся электроны. Э. Резерфорд предполагал, что и законы движения электронов аналогичны законам движения планет вокруг Солнца, но аналогия между атомной системой и солнечной на этом кончалась. Законы, управляющие атомом, оказались сложны и своеобразны. В дальнейшем Н. Бор, дополнив планетарную модель квантовыми представлениями, построил модель атома водорода.

Годом рождения квантовой физики можно считать 1900 г., когда М. Планк вывел свою знаменитую формулу  $E = hv$ . Сам Планк не понял, что сделал фундаментальное открытие, подрывающее основы классической физики. Он считал, что сделанное им открытие о прерывности световой энергии является удобным объяснением, временным математическим приемом для изучения излучения абсолютно черного тела. И со временем, когда мы глубже познакомимся с этим излучением, необходимость в кванте энергии отпадает. Первым, кто понял и по достоинству оценил открытие М. Планка, был А. Эйнштейн.

Последний пошел еще дальше, выдвинув гипотезу, что не только световая энергия излучается и поглощается определенными порциями (квантами), но и собственно свет – это поток корпускул особого рода (фотонов). Правда, это была корпускула уникальная. Дело в том, что основная характеристика дискретности фотона – это присущая ему порция энергии ( $E$ ). Но эта порция определяется через частоту  $\nu$ , т.е. волновую характеристику.

Так в физику вошла «странная» идея о внутренней связи дискретного и непрерывного; впоследствии эта идея получила наименование корпускулярно-волнового дуализма. А. Эйнштейн ввел в электромагнитное волновое поле новую черту – дискретность, совершенно чуждую прежним классическим представлениям.

«Дуализм волны-частицы» был установлен при изучении природы света. В 1924 г. Л. де Бройль, пытаясь выйти из затруднений, связанных с этим дуализмом, выдвинул свою смелую гипотезу, что дуализм не является особенностью одних только оптических явлений, но имеет универсальное значение. Л. де Бройль рассуждал следующим образом: в оптике в течение столетия слишком пренебрегали корпускулярным способом рассмотрения по сравнению с волновым; не делалась ли в теории материи обратная ошибка? Не думали ли мы слишком много о картине «частиц» и не пренебрегали ли чрезмерно картиной волн?

К допущению волновых свойств у материальных частиц Л. де Бройля привели также следующие соображения. В двадцатых годах XIX ст. Гамильтон обратил внимание на замечательную аналогию между геометрической оптикой и механикой. Оказывается, что основные законы этих двух различных областей можно представить в математически тождественной форме. Это значит, что вместо того, чтобы рассматривать движение материальной частицы в поле с потенциалом  $U(x, y, z)$  и наоборот. Эта аналогия распространилась только на геометрическую оптику и классическую механику. Но хорошо известно, что геометрическая оптика не может объяснить всех свойств света. Для объяснения таких свойств, как интерференция и дифракция, нужно пользоваться волновой оптикой, которая имеет более общее значение. С другой стороны, известно также, что и ньютоновская механика имеет ограниченную применимость; она, например, не может объяснить существования дискретных уровней энергии в атомных системах. Идея де Бройля состояла в том, что необходимо расширить аналогию между механикой и оптикой и волновой оптике сопоставить волновую механику, более общую, нежели механика классическая, применимую к внутриатомным движениям. Иначе говоря, идея де Бройля состояла в приписывании частицам вещества волновых свойств. Действительно, по формуле Эйнштейна  $E = mc^2$ , тогда импульс фотона  $P = mc$ , т.е.

$$P = \frac{E}{c}, \text{ но } E = h\nu, \text{ следовательно, } P = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}, c = \lambda\nu. \text{ Значит,}$$

$$P = \frac{h}{\lambda}. \text{ Это соотношение справедливо для фотона – частицы, не}$$



имеющей массы покоя. Но по де Бройлю это соотношение должно быть справедливым для любой частицы с конечной массой  $t$  и

скоростью  $v$ , значит  $\lambda = \frac{h}{mv}$ . Мы получили соотношение, со-

поставляющее любой частице с массой  $m$  определенную длину волны  $\lambda$ . Таким образом, по де Бройлю, любой материальный объект характеризуется наличием как корпускулярных свойств ( $E, P$ ), так и волновых ( $\lambda, v$ ). Через 4 года эта смелая гипотеза де Бройля была подтверждена опытами Девиссона и Джермера, наблюдавших дифракцию электронов. В дальнейшем дифракция была обнаружена у протонов, нейтронов, атомов и даже молекул. Исходя из идей де Бройля, Э. Шредингер создал волновую механику. Им было получено уравнение, выражающее изменение состояния микросистемы от времени и дающее возможность определить в любой момент ее волновую функцию. Уравнение Шредингера играет для микросистем ту же роль, что и законы Ньютона в классической механике для обычных тел. Опираясь на понятие волновой функции В. Гейзенберг [7], М. Борн и П. Иордан вывели в 1927 г. фундаментальное соотношение – со-

отношение неопределенностей:  $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$ .

Это новый объективный закон природы, действующий в качественно своеобразной области материального мира – микромира.

Это соотношение гласит, что принципиально невозможно одновременно точно определить координаты и импульс частицы. Чем точнее определен импульс, тем с большей ошибкой определяются координаты частицы и наоборот.

Изложенное выше достаточно убедительно говорит о том, что законы микромира коренным образом отличны от законов классической физики. Более того, для объяснения микроявлений мы в подавляющем большинстве случаев не можем пользоваться классическими аналогиями и моделями, так как в окружающем нас микромире мы не встречаемся с явлениями, аналогичным явлениям микромира. Диалектический характер закономерностей микромира показал ограниченность классических аналогий и моделей. На смену старым механическим аналогиям и моделям

приходит новый метод – математика. Вот что говорит по этому поводу академик А.Ф. Иоффе: «Роль математики особенно возрастает, когда развитие физики подводит к синтезу противоположностей... Такую же задачу, как модель, часто лучше и полнее решает математическая теория. Ее значение определяется охватываемой ею областью опытных фактов. Если их математическая формулировка правильна, то все, что находится внутри данного опыта, может быть предсказано с гораздо большей уверенностью и строгостью, чем могли бы дать рассуждения на моделях и наглядных образах» [2].

Роль математики для физики неизмеримо возросла. Раньше роль математики в физике носила вспомогательный характер, т.е. давала возможность различные физические законы облекать в удобные компактные математические формы, выполнять количественные расчеты. Математика же в новой физике приобрела большое эвристическое значение, т.е. значение, которого она не имела ранее. Академик С.И. Вавилов говорит: «Что значит эта первенствующая особая роль математики в современной физической теории? Изощренный опыт, опирающийся на сложные приборы, доводит до сознания отражение областей мира, которые совершенно не привычны и чужды нормальному человеку. Для наглядной модельной интерпретации картины не хватает привычных образов и понятий, но логика с ее необъятной широтой, воплощенная в математические формулы, остается в силе, устанавливая порядок связи в новом непонятном мире, и открывает возможности физических предсказаний» [3].

Математика – это язык физики. «Первичным языком, который вырабатывают в процессе научного уяснения фактов, является в теоретической физике обычно язык математики, а именно – математическая схема, позволяющая физикам предсказать результаты будущих экспериментов» [4].

Что же конкретно дает использование математических моделей в физике? М. Борн говорит о двух видах математического предсказания: аналитическом и синтетическом.

Аналитическое предсказание состоит в том, что на основании имеющейся теории, которая твердо проверена, делаются предсказания. Классическим примером такого предвидения является открытие Адамсом и Леверье планеты Нептун «на кончи-

ке пера», предсказание конической рефракции Гамильтоном на основании теоремы Френеля. Но аналитические предвидения не ведут к фундаментальным открытиям. К таким открытиям ведет синтетическое предвидение. Предвидения такого рода коренным образом меняют наши представления об объективной реальности, они всегда необычны, парадоксальны, странны, так как открывают принципиально новые свойства и заставляют посмотреть на, казалось бы, очевидные явления принципиально с иной «аналогичной» точки зрения. Это как раз те предвидения, которым предшествуют «безумные» идеи. Синтетические предвидения ведут к коренной ломке традиционных представлений, к революциям в науке [5].

Синтетическое предвидение состоит в том, что по некоторым фактам вносится изменение в саму теорию. Такое предвидение имеет гипотетический характер и часто достоверность предвидения во многом зависит от интуиции ученого. «...Синтетическое предсказание базируется на гипотетическом предположении о том, что реальный образ частично известного явления отличается от того, каким он кажется. Если, будучи подтверждено экспериментом, это предсказание дает новое знание, то, хотя в его основе лежит гипотеза, это – законный метод. Но его удача в высокой степени зависит от интуиции и едва ли может быть изучена» [4].

Еще один яркий пример синтетического предвидения – это релятивистская теория электрона П. Дирака. В этой теории П. Дирак осуществил синтез теории относительности и квантовой механики для электрона. Дирак составил уравнение релятивистского движения электронов. При определении энергии электрона на основании уравнения Дирака возникли трудности, заключающиеся в том, что одно из решений уравнения давало отрицательное значение энергии электрона. Действительно,  $E = P^2 c^2 + m_0^2 c^4$  – энергия электрона,  $c$  – скорость света,  $P$  – импульс электрона,  $m_0$  – масса покоя электрона. Решение  $E_1$  хорошо согласовалось с экспериментом и давало возможность вычислить энергию релятивистского электрона, но второе решение  $E_2$  казалось абсурдным. Дело в том, что второе решение уравнения говорило о, по мнению Дирака, что позитрон не единственная античастица, а все частицы в природе существуют парами. А если

так, то возможно, существование антиатомов, антивещества, наконец. Говорят, что на мысль Дирака о существовании позитрона навеяла аналогия с «отрицательными рыбами» существовании совершенно новой и «неожиданной» частицы, имеющей те же параметры, что и обычный электрон, но с положительным зарядом. В этой ситуации П. Дирак выдвинул смелую гипотезу о том, что предсказанный его теорией положительный электрон – вполне реальная частица, которую по различным причинам экспериментаторы до сих пор не обнаружили. Мало того, в 1932 г. Адерсон в космических лучах обнаружил позитрон. В дальнейшем были открыты антипротон, антинейтрон и другие античастицы. Эти открытия блестяще подтвердили теорию Поля Дирака. И.Е. Тамм теоретическое предсказание существования античастиц оценивает как «один из самых замечательных в истории науки примеров научного предвидения». И дальше: «В качестве образца научного предвидения часто приводят открытие Леверье и Адамсом планеты Нептун «на кончике пера», т.е. при помощи математического анализа неправильностей движения планеты Уран. Но при этом была открыта всего лишь новая планета, т.е. объект вполне подобный ранее известным планетам» [6].

Ярким примером синтетического предвидения является также предсказание японским физиком Юкава существования мезона.

Рассмотренные выше примеры убедительно говорят о коренном изменении роли математики для предвидения физических явлений. Роль математического моделирования далеко не исчерпывается перечисленными фактами, открываются новые возможности в связи с бурным развитием вычислительной техники. Этот процесс дает обширный материал для исследований.

#### Литература:

1. М. Планк. Единство физической картины мира. – М.: Наука, 1966.
2. Иоффе А.Ф. Основные представления современной физики. – М.: Гостехиздат, 1949. – С. 50.
3. Вавилов С.И. – М.: Наука, Собр. соч. – Т. 3. – С. 20.
4. Борн М. Физика в жизни моего поколения – М.: Наука, 1963. – С. 145, 160–162.

5. Радунская И. Безумные идеи. – М.: Эврика, 1967. – С. 109.
6. Тамм И.Е. Элементарные частицы глазами ученого. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – С. 180.
7. Гейнзенберг В. Физика и философия. – М.: Наука, 1963. – С. 141–142.

## ЦИКЛ НАУКОВОЇ ТВОРЧОСТІ ТА ВІДТВОРЕННЯ ЙОГО ЛАНОК ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

С.В. Повар

с. Вищетарасівка, Вищетарасівська середня школа

Методологічною парадигмою сучасної діяльності людини має стати творчість. “Поставити проблему людини – це означає в той же час поставити проблему творчості, духу, історії” [1, с. 291].

Є різноманітні дефініції творчості, у більшості яких йдеться про творчість як:

- діяльність із розробки планів, винаходів, відкриттів;
- розвиток, аспект, атрибут.

Але творчість не є ні функцією, ні стороною, ні аспектом, ні атрибутом діяльності [5, с. 324].

Спираючись на джерела [5, с. 325], [2, с. 44], можемо стверджувати, що *творчість* – це категорія для відображення інтеграції знань та різних форм діяльностей, що здійснюють суттєві внутрішні зміни в матеріальних та духовно-теоретичних системах з метою виходу на нові суб’єктно-об’єктного та між-суб’єктного відношення і створення нових якостей. Зміни можуть охоплювати як у цілому певні системи, так і окремі елементи. Кожен окремий випадок творчості має свої особливості. Творчість – це родова сутність людини, форма її буття, самодіяльності і самоствердження.

Є ряд класифікацій творчості та творчого мислення. Інтеграційні процеси в ході творчості відбуваються лише за наявності раніше розрізнених елементів, зв’язків, відношень. При цьому повинна бути як різниця багатоманітності, так і відносна тотожність багатоманітності [4, с. 11], а також методологічна сумісність знань, ідей тощо [2, с. 57].

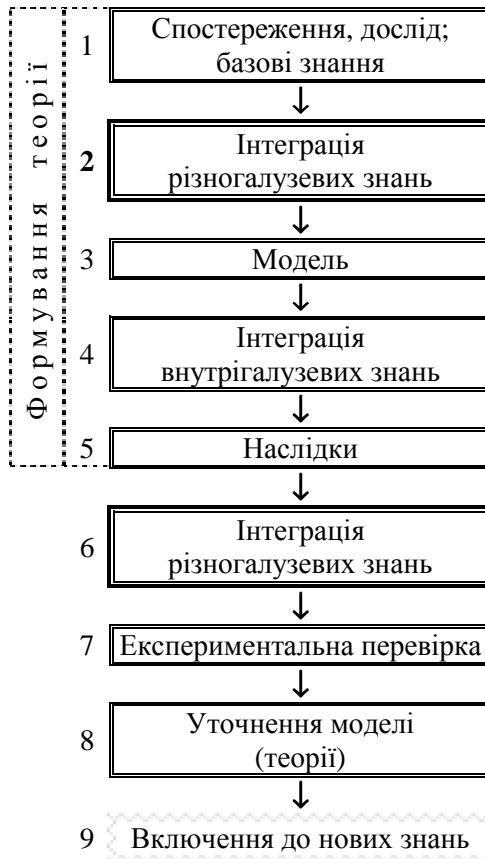
В інтеграційних процесах у ході творчості застосовуються такі загальнонаукові методи, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, екстраполяція та інтерполяція, абстрагування, узагальнення, аналогія, формулювання, моделювання, ідеалізація тощо. Крім того, застосовуються методи:

- на емпіричному рівні – спостереження, вимірювання, фізи-

чне моделювання, експеримент;

– на теоретичному рівні – аксіоматичний, гіпотетико-дедуктивний, сходження від абстрактного до конкретного та єдності логічного й історичного. Так, для створення загальної теорії відносності А. Ейнштейном був застосований метод “математичної гіпотези”. Він є загальним для всієї теоретичної фізики.

Наукова творчість у фізиці має здебільшого циклічний характер, алгоритм циклу якої, на нашу думку, можна представити у вигляді такої схеми



У застосуванні до навчального процесу означення творчості, сформульоване нижче потребує деякої видозміни. Учні в процесі

навчання не можуть робити об'єктивно нові відкриття і винаходи. Але вони можуть робити відкриття і винаходи для себе, тобто такі, що мають суб'єктивну новизну. На цьому засновується евристичний метод навчання.

Виклад навчального матеріалу доцільно будувати теж за наведеною схемою, тобто циклічно йти від експериментальних фактів до побудови абстрактної фізичної моделі, далі – до виводу теоретичних наслідків і потім до експериментальної перевірки наслідків, що приведе до підтвердження або уточнення моделі (теорії).

Саме при циклічному поданні навчального матеріалу з фізики з'являється нагода підкреслити використання різних наукових методів дослідження на різних рівнях творчості. Коли вивчається певне фізичне явище, то спочатку проводяться спостереження й досліди, фіксуються факти, робляться висновки, проводяться експерименти, встановлюються закономірності зв'язків між окремими фактами. Цей рівень досліджень називають емпіричним. На теоретичному рівні дослідник мислено виходить за межі досліду, чуттєвого досвіду, користується абстракціями більш високого порядку, переосмислює висновки емпіричного рівня, пов'язує їх з іншими теоріями, створює нову теорію, в якій формулюються закони в їх системній єдності та цілісності, тобто інтегровано.

Розв'язування творчої задачі є центральною і основною частиною творчого процесу. Творча задача – це задача, у якій сформульована певна вимога, яка може бути виконана на основі знання фізичних законів, але в якій відсутні будь-які прямі або непрямі вказівки, якими саме закономірностями слід скористатися для розв'язування цієї задачі [3, с. 10]. Уявлення про критичні ланки творчого процесу – ланки 2 та 6 на схемі – дозволяє знайти шлях до складання і розв'язування творчих задач із фізики, зумовивши перехід від досліду до теорії або від теорії до досліду. У першому випадку може бути показано чи описано конкретне фізичне явище, яке треба пояснити (дослідницька задача), а в другому випадку формулюється певний ефект і треба знайти підхоже фізичне явище, яке можна було б використати для одержання заданого ефекту.



## Література

1. Бердяев Н.А. Философия свободы. Смысл творчества. – М.: 1981. – 391 с.
2. Козловська І.М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи (дидактичні основи). Монографія. – Львів: Світ, 1992. – 303 с.
3. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе. – М.: Просвещение, 1966. – 155 с.
4. Ставская Н.Р. Философские вопросы развития современной науки (Социологические и методологические вопросы интеграции науки). – М.: Высшая школа, 1974 – 233 с.
5. Філософія. Навчальний посібник (за ред. Подольного І.Ф.) – К.: Вікар, 1999. – 622 с.

## ПРО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

Т.М. Погорілко

м. Київ, Національний педагогічний університет  
імені М.П. Драгоманова

Основною метою навчального процесу є розвиток конкретного студента. Навчальний процес реалізується завдяки організації активної інтелектуальної діяльності у навчанні. Слід наголосити, що це стає можливим через постійне створення проблемних ситуацій, що переходять в усвідомлювані студентами розв'язки фізичних задач.

Розв'язати фізичну задачу – це значить знайти таку послідовність загальних положень з фізики (законів, означень, принципів, формул тощо) при якій застосування до умов задачі або до їхніх наслідків дає те, що вимагається в задачі, тобто її розв'язок.

В процесі розв'язування поставленої задачі доцільно розрізняти три етапи: з'ясування фізичного змісту; математична ілюстрація; аналіз результатів.

Перший етап починається ознайомленням з умовою задачі, виділенням тверджень і вимог з наступним створенням замкненої системи рівнянь, яка відображає зв'язки фізичних величин, обумовлені відомими з теорії законами, явищами. При з'ясуванні фізичного змісту задачі одержані раніше знання використовуються в комплексі, вони систематизуються; саме на цьому етапі розвиваються творчі здібності студентів, тренується пам'ять, працює логічне мислення.

Математичний етап починається розв'язуванням замкненої системи рівнянь і закінчується отриманням числового результату. Цей етап – гімнастика для мозку. На даному етапі працюють не лише з числами, а й з розмінностями, які глибоко характеризують зміст величин. Останній етап провести неможливо, якщо ми не отримали результат.

На етапі аналізу потрібно назвати закон, який використано при розв'язку задачі, адекватно вміти віднайти в природі явища, які підкоряються цьому ж закону; охарактеризувати всі фізичні величини, за допомогою яких описується цей закон, вказати їхні розмірності. Якщо результат числовий, то необхідно адекватно

оцінювати отриману відповідь – відповідність отриманого числового результату з можливими значеннями величини. Потрібно також проаналізувати раціональність методу розв'язання, вказавши найоптимальніший.

Нерідко трапляються випадки, коли студент добре знає теорію курсу фізики, але задачу розв'язати не може. Інколи, розв'язуючи задачу, студент записує безліч математичних співвідношень, що пов'язані з шуканою величиною, які зовсім не мають відношення до фізичних законів, що описують процеси, представлені в задачі. Буває і так, що студент, не розуміючи її фізичного змісту, не може проаналізувати отриманий результат. Перераховані вище ситуації вказують на те, що студенти не вміють поставити у відповідність явища, що відображені в задачі. Це не означає, що студенти зовсім не розуміють фізику, їх проблема лише в тому, що вони не вміють переносити одержані знання на практику, реальне життя, дійсність.

При вивченні курсу фізики студенти найчастіше мають справу з чітко заданими, яких явно задані параметри, вказані явища, що відбуваються. Ці задачі викликають менше запитань і їх розв'язування не є складним. Проте, такий підхід не сприяє тому, щоб знання були дійсно глибокими, а не формальними, бо в житті ми маємо справу із зовсім іншими задачами – з реальністю, де замість „тіло” є м'яч, людина, автомобіль, замість „тонка плівка з довжиною хвилі  $\lambda = 450 \text{ нм}$ ” ми говоримо, що бачимо плівку фіолетового кольору і т.д.

Для чого ми взагалі розв'язуємо задачі? Мабуть для того, щоб розвивати діалектичне, образне мислення, творчі здібності студентів, уміння і навички застосовувати знання на практиці, а не для того, щоб теорія залишалась простим багажем у мозку. Вважаю, що задачі, розв'язок яких вимагає трансформувати зміст задачі з „побутової” мови на „фізичну”, за допомогою абстрагування, відмежування від несуттєвих ознак, „відкидання” зайвих даних, пошуку необхідних величин у довідниках дозволить студентам краще орієнтуватися у теоретичному матеріалі, систематизувати набуті знання.

Очевидно, складання текстів таких задач вимагає не тільки глибоких знань з фізики та методики, а і врахування психолого-інтелектуальних особливостей аудиторії.

## ИНДУКЦИЯ И ДЕДУКЦИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

О.М. Поколенко

г. Алчевск, Донбасский горно-металлургический институт

Преподавание физики, как и других предметов, должно способствовать развитию логического мышления, в преподавании необходимо использовать формальную логику. Большое значение имеют индукция и дедукция. Распространено мнение, что индукция – рассуждение от частного к общему, а дедукция – от общего к частному. Л.А. Иванова обратила внимание на то, что есть и другое понимание этих терминов [1]. В логике еще в 19-м веке было установлено, что переход от общего к частному не является характерной особенностью дедукции, это могут быть выводы от общего к общему, от частного к единичному. Индукция используется преимущественно на эмпирическом уровне познания в сочетании с наблюдениями, опытами, сравнениями. В основном, это вывод из данных опыта или наблюдений, мысль приходит к новому суждению на основе опыта или наблюдения. Важная черта индукции – экстраполяция результатов конечного числа опытов и наблюдений на все аналогичные случаи. Такой вывод является вероятностным.

Дедукция – это вывод новых суждений из других суждений, истинность которых уже доказана. Новые суждения получают на уровне понятий, не прибегая к опыту или наблюдению, это характерно для теоретического уровня познания, их получают, используя правила логики. Если исходные посылки истинны, а дедуктивные рассуждения проводят без ошибок, то полученный вывод является истинным, достоверным.

Таким образом, индукция используется в процессе преподавания при получении эмпирических знаний, а дедукция – при получении теоретических знаний. И индукция, и дедукция в преподавании физики взаимосвязаны. Подготовка текстов для самостоятельной работы студентов, устные высказывания на лекциях, практических и лабораторных занятиях должны использовать эти методы.

При решении проблем, связанных с теоретическими знаниями, разработке лабораторных методов измерений, решении задач

полезно использовать теорию графов, что наглядно отражает логические связи при получении новых суждений, а для практики - получение новых расчетных формул. Получение рекурсивных знаний – умение пользоваться дедуктивным методом.

#### Литература

1. Иванова Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики. – М.: Просвещение, 1983. – 160 с.

# ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ С ПОМОЩЬЮ АРЕОМЕТРА

О.М. Поколенко

г. Алчевск, Донбасский горно-металлургический институт

Ареометр, предназначенный для измерения плотности жидкости с высокой точностью, описанный в статье [1], позволяет измерить температуру в учебной лаборатории с высокой точностью (сотые и даже тысячные доли кельвина).

Теоретическое рассмотрение возможности использования ареометра для измерения температуры жидкости, а, значит, и окружающего воздуха, позволило прийти к выводу, что изменение температуры  $\Delta t = k \Delta h$ , где  $k$  – постоянная прибора,  $\Delta h$  – изменение положения конца стержня ареометра, отсчитываемое по шкале. Постоянная прибора определяется диаметром стержня, коэффициентом объёмного расширения жидкости и объёмом корпуса ареометра. Чтобы изменить предел измерения температуры в данном методе, необходимо изменить массу ареометра. В качестве начальной температуры, относительно которой производится измерение, можно взять тройную точку для смеси воды, льда или снега и насыщенных паров над ними.

## Литература

1. Поколенко О.М. Способ весьма точного измерения плотности жидкости в широком диапазоне. – Донбасский горно-металлургический институт. – Алчевск: 1996. – 8 с. Деп. в ГНТБ Украины 29.04.96 г., № 1083 – Ук 96.

## **ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ВНУТРІШНІХ ТА ЗОВНІШНІХ СИЛ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ З ДИНАМІКИ**

М.Н. Половина, Р.С. Тутік

м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет

Аналіз помилок на вступних іспитах показує, що у абітурієнтів виникають труднощі при розв'язанні задач з динаміки систем матеріальних точок. Це пов'язано з тим, що другий закон Ньютона формулюється для матеріальної точки і при його узагальненні на випадок системи матеріальних точок внаслідок обмеженості часу, відведеного навчальними планами на фізику, у школярів залишаються несформованими поняття внутрішніх та зовнішніх сил і вони не вміють їх розрізняти.

Метою даної роботи ставилось запропонувати такі приклади, на яких можна найбільш ефективно відпрацювати ці поняття і на основі яких можна побудувати достатню кількість варіативних тестів для перевірки засвоєння матеріалу.

Поняття зовнішніх та внутрішніх сил виникають при розгляді руху системи. Під зовнішніми силами розуміють сили, що діють на систему ззовні, а під внутрішніми – ті сили, з якими кожна матеріальна точка системи діє на інші точки тієї ж системи. Системи, на які не діють зовнішні сили, називаються замкненими.

Треба підкреслити, що принципової відмінності між внутрішніми та зовнішніми силами немає. Просто джерелами зовнішніх сил виступають тіла, які з певних причин не включено до розглядуваної системи. Коли ж на систему накладено зв'язки, що обмежують рух даної системи за допомогою ниток, пружин, стержнів, поверхонь і т.п., то сили, які вони обумовлюють (сили реакції зв'язку), виступають в одних випадках як внутрішні, а в інших – як зовнішні. Але для даної системи матеріальних точок розділення сил на зовнішні та внутрішні приймає принциповий характер, коли записують рівняння для другого закону Ньютона, бо прискорення системи викликається тільки зовнішніми силами. Внутрішні сили, внаслідок третього закону Ньютона, не викликають прискорення і не впливають на рух центра мас систе-

ми.

Наведемо приклади, які, на наш погляд, доцільно розглянути для формування понять внутрішніх та зовнішніх сил.

Приклад 1.

П'ять тягарців з різними заданими масами, зв'язані невагомими нитками, які не розтягуються, рухаються з прискоренням  $a$  (рис. 1). Знайти силу тиску  $N$  п'ятого тягарця на четвертий та силу натягу  $T_3$ .

Оскільки прискорення викликають тільки зовнішні сили, в якості яких виступають сили тяжіння тягарців, за другим законом Ньютона для даної системи маємо:

$$a = g \frac{m_2 + m_3 + m_4 + m_5 - m_1}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5}$$

Для п'ятого тягарця, як матеріальної точки, усі сили будуть зовнішні і тоді за другим законом Ньютона одержуємо

$$m_5 g - N = m_5 a,$$

звідки

$$N = m_5(g - a).$$

Якщо ж треба знайти силу натягу нитки  $T_3$ , яка виникає між третім і четвертим тягарцями, доцільно записати другий закон Ньютона для системи тягарців (1+2+3), для якої зовнішніми силами будуть  $m_1 g$ ,  $m_2 g$ ,  $m_3 g$ ,  $T_3$ , а внутрішніми – сили натягу нитки  $T_1$  між першим та другим тягарцями, а також сили натягу  $T_2$  між другим і третім тягарцями

$$m_2 g + m_3 g - m_1 g + T_3 = (m_1 + m_2 + m_3)a.$$

Звідси легко знайти  $T_3$ .

Для перевірки знань можна запропонувати ряд тестів:

1) Записати рівняння другого закону Ньютона для I, II, IV тягарців.

Відповіді:

а)  $m_1 a = T_1 - m_1 g$ ;      б)  $m_2 a = T_2 + m_2 g - T_1$ ;

в)  $m_4 a = m_4 g + N - T_3$

2) Записати рівняння другого закону Ньютона для системи тягарців:

- а) 1+2,      б) 2+3,      в) 3+4,      г) 4+5,  
д) 1+2+3,      ж) 2+3+4,      е) 1+2+3+4.



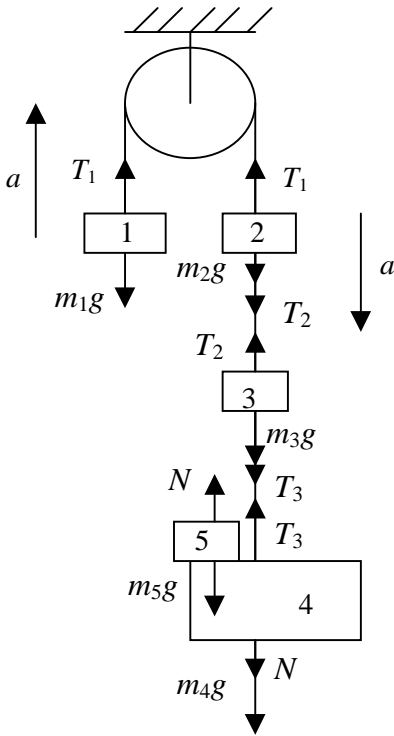


Рис. 1.

Відповіді:

а)  $(m_1 + m_2)a = m_2g + T_2 - m_1g$ ,

б)  $(m_2 + m_3)a = (m_2 + m_3)g + T_3 - T_2$ ,

в)  $(m_3 + m_4)a = (m_3 + m_4)g + N - T_2$ ,

г)  $(m_4 + m_5)a = (m_4 + m_5)g - T_3$ ,

д)  $(m_1 + m_2 + m_3)a = (m_2 + m_3)g + T_3 - m_1g$ ,

ж)  $(m_2 + m_3 + m_4)a = (m_2 + m_3 + m_4)g + N - T_1$ ,

е)  $(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)a = (m_2 + m_3 + m_4)g + N - m_1g$ .

Розбираючи кожен з наведених тестів і відповіді на них, вчитель має можливість показати відносний характер поняття внутрішньої і зовнішньої сили, які змінюються в залежності від включення тих, чи інших тіл в задану систему тіл.

Приклад 2.

Система з  $n$  тіл, масою  $m$  кожне, з'єднаних однаковими невагомими пружинами з жорсткістю  $k$ , знаходиться на горизонтальній поверхні (рис. 2). Обчислити, яку силу  $F$  треба прикласти горизонтально до першого тіла, як показано на рисунку, щоб система рухалась з прискоренням  $a$ , і визначити зміну довжин кожної пружини при такому русі. Коефіцієнт тертя між тілами і поверхнею  $\mu$ .

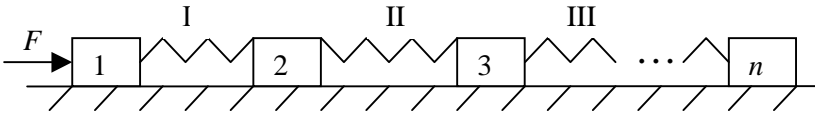


Рис. 2.

Для заданої системи зовнішніми силами будуть  $F$  і сили тертя, а сили пружності пружин – внутрішніми. Згідно другого закону Ньютона, записаного для проекцій сил на напрямок прискорення, маємо

$$F - \mu n m g = n m a,$$

отже

$$F = n m (a + \mu g).$$

Розглянемо рух першого тіла. Для нього рівняння другого закону Ньютона приймає вигляд

$$F - k \cdot \Delta l_1 - \mu m g = m a,$$

де  $\mu m g$  – сила тертя,  $k \cdot \Delta l_1$  – сила пружності першої пружини. Для зміни довжини першої пружини одержимо

$$\Delta l_1 = \frac{1}{k} [m(n-1)a + m(n-1)\mu g] = \frac{m(n-1)}{k} (a + \mu g).$$

Для другого тіла рівняння другого закону Ньютона є:

$$k \cdot \Delta l_1 - k \cdot \Delta l_2 - \mu m g = m a,$$

де  $k \cdot \Delta l_1$  і  $k \cdot \Delta l_2$  – сили пружності першої і другої пружин.

Звідки

$$\Delta l_2 = \frac{m(n-2)}{k} (a + \mu g).$$

Для знаходження  $\Delta l_2$  можливий і другий підхід, коли розглядається рух системи двох зв'язаних тіл (1+2). Для неї сили пружності першої пружини будуть внутрішніми, а у ролі зовнішніх

сил виступають сила  $F$ , сили тертя першого і другого тіла  $2\mu mg$  і сила пружності другої пружини, яка діє назустріч силі  $F$ :

$$F - k \cdot \Delta l_2 - 2\mu mg = 2ma.$$

З рівняння другого закону Ньютона для третього тіла отримаємо зміну довжини третьої пружини:

$$\Delta l_3 = \frac{m(n-3)}{k}(a + \mu g).$$

За індукцією для  $i$ -тої пружини знаходимо:

$$\Delta l_i = \frac{m(n-i)}{k}(a + \mu g).$$

Як і в попередньому прикладі, наводимо ряд тестів.

Записати другий закон Ньютона для системи тіл:

а)  $2+3$ , б)  $3+4+5$ , в)  $5+6+7+8+9$ .

Відповіді:

а)  $k \cdot \Delta l_1 - k \cdot \Delta l_3 - 2\mu mg = 2ma$ ,

б)  $k \cdot \Delta l_2 - k \cdot \Delta l_5 - 3\mu mg = 3ma$ ,

в)  $k \cdot \Delta l_4 - k \cdot \Delta l_9 - 5\mu mg = 5ma$ .

У вигляді додаткового завдання можна поставити задачу по запису рівняння закону Ньютона для кожного тіла окремо і шляхом їх складання одержати тестові відповіді. Це буде добрим засобом перевірки правильності виконання тестів, а також підтвердженням того факту, що внутрішні сили при складанні рівнянь зникають, бо не впливають на рух системи.

Збільшення кількості тіл у зв'язаній системі дає змогу більшої варіативності не тільки при поясненні матеріалу, але і при контролі засвоєння, бо на прикладі однієї задачі можна сформулювати різні перевірочні тести для кожного учня окремо.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ФИЗИКЕ

Ю.Н. Попов, Н.Г. Мирошниченко, В.Ю. Меняйло, В.Л. Шолом,  
Д.В. Фесенко  
г. Горловка, Автомобильно-дорожный институт Донецкого на-  
ционального технического университета

Существующий подход к проведению лабораторных работ по общему курсу физики предполагает подтверждение известных физических эффектов и законов.

Современный уровень математического обеспечения и вычислительной техники дает возможность переоткрытия физических эффектов и законов в лабораторном практикуме с оптимальным управлением точности  $\delta$  и надежности  $\gamma$  при выполнении физического эксперимента.

Предполагается методику переоткрытия организовать на основе математической теории планирования эксперимента.

Алгоритм переоткрытия содержит операции:

1. Определение максимальных значений среднеквадратичных отклонений измерительных приборов, применяемых в эксперименте [1].

2. Выбор предполагаемой гипотезы о законе распределения генеральной совокупности.

3. Вычисление на основании предполагаемой гипотезы о законе распределения генеральной совокупности объема предварительной выборки  $n$ , с наперед заданной точностью  $\delta$  и надежностью  $\gamma$  [1].

4. Проведение физического эксперимента в соответствии с найденным объемом представительной выборки  $n$ .

5. Проверка на основании экспериментальных данных предполагаемой гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критериям.

6. В случае подтверждения предполагаемой гипотезы о законе распределения генеральной совокупности методом гармонического анализа [3] установить аналитические зависимости между физическими величинами, составить справочные таблицы и определить физические постоянные.

7. Если предполагаемая гипотеза о распределении генеральной совокупности не подтверждается, то она заменяется другой гипотезой и расчет повторяется в соответствии с вышеизложенным алгоритмом, начиная с пункта 2.

Объем подготовительной, экспериментальной и вычислительной работы по вышеизложенному алгоритму требует времени, которое значительно больше, чем отводится на выполнение лабораторной работы и поэтому его можно рекомендовать при проведении научно-исследовательской работы студентов.

При проведении лабораторных работ в пределах учебных часов можно реализовать упрощенный вариант вышеизложенного алгоритма, который состоит из операций:

1. Проведение физического эксперимента с объемом представительной выборки  $n \geq 50$  (меньшее значение представительной выборки не позволяет обосновать надежность математической модели)

2. Анализ графиков построенных на основании представительной выборки.

3. Получение аппроксимирующих зависимостей по данным представительной выборки на основании метода гармонического анализа. (Методологическим обоснованием применяемого метода является то, что исследуются известные физические величины, распределение которых подчиняется нормальному закону).

4. Обоснование надежности полученных аппроксимирующих зависимостей.

5. Составление справочных таблиц и получение физических постоянных.

В качестве приложения вышеприведенной методики рассмотрим возможность переоткрытия закона Малюса.

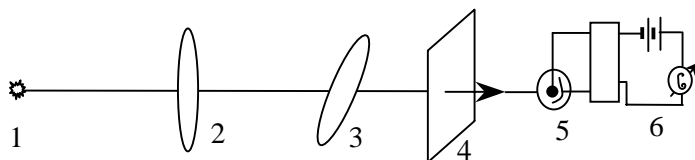


Рис. 1. Схема опытной установки для проведения эксперимента  
1 – источник света; 2, 3 – поляризатор и анализатор; 4 – деполяризатор; 5 – фотоэлемент; 6 – блок анализа, состоящий из усилителя, источника питания и гальванометра.

Пойдя сквозь первый поляризатор, свет становится плоско поляризованным. Второй поляризатор может пропускать только те колебания, которые совпадают с его главным направлением.

Результаты эксперимента (данные угла поворота и соответствующие ему интенсивность света) сведены в таблицу 1. График, который построен на основе результатов эксперимента, показан на рисунке 2.

Таблица 1. Экспериментальные данные

угол поворота $\phi$ (град)	I(мА)	угол поворота $\phi$ (град)	I(мА)	угол поворота $\phi$ (град)	I(мА)	угол поворота $\phi$ (град)	I(мА)
0	184	95	2	185	174	275	2
5	182	100	8	190	168	280	10
10	180	105	18	195	164	285	18
15	176	110	26	200	158	290	28
20	168	115	28	205	148	295	42
25	160	120	54	210	136	300	62
30	148	125	72	215	120	305	80
35	136	130	90	220	102	310	92
40	116	135	104	225	90	315	110
45	102	140	120	230	72	320	126
50	84	145	134	235	58	325	136
55	66	150	146	240	40	330	148
60	46	155	158	245	28	335	158
65	30	160	166	250	16	340	166
70	20	165	174	255	10	345	172
75	10	170	178	260	4	350	174
80	2	175	182	265	0	355	180
85	0	180	180	270	0	360	184
90	0						

Обоснуем надежность аналитической зависимости при помощи критерия статистической связи [2].

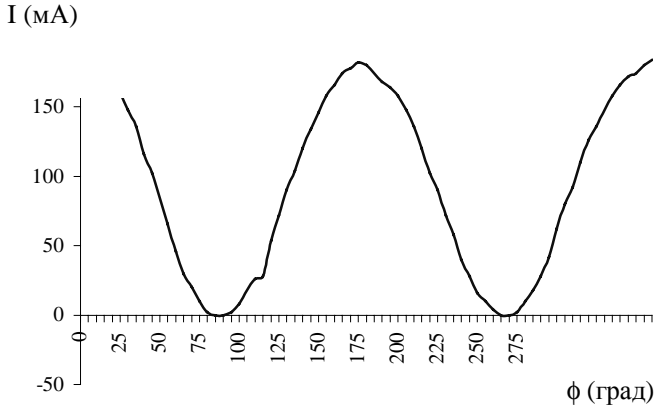


Рис. 2. Экспериментальное распределение

2. Результаты корреляционного анализа приведены в таблице

Таблица 2

$M(x)=$	0,506849	определение среднего	
$M(Y)=$	0,523079	квадратического отклонения	
$\sigma(x)^2=$	0,126665	$\sigma(x)=$	0,355901
$\sigma(y)^2=$	0,126787	$\sigma(y)=$	0,356071
$c(xy)=$	0,126007		
Результат расчета			
расчет дополнительных элементов к критерию			
$r(xy)=$	0,994327	корень(n-1)= 8,485281	
определение вероятности наличия зависимости			
критерий	результат	подобие	
8,437146526	ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫСОКА	3	

Для определения аналитической зависимости воспользуемся гармоническим анализом.

Расчет гармоник проведен при помощи языка VB 6.0. Определение корреляционной пригодности выполнено при помощи

Excel 2000.

По значению коэффициентов гармоник видим, что зависимость представлена в виде:

$$I=I_0\cos^2\varphi$$

Значение рассчитанных коэффициентов гармоник приведены в таблице 3 (в графическом виде – на рис. 3).

Таблица 3

Номер гармоники	0	1	2	3	4	5
Коэффициент А	144	0,457	63,251	0,866	-1,678	-0,003
Коэффициент В	0	3,565	19,392	0,388	-1,365	-0,375

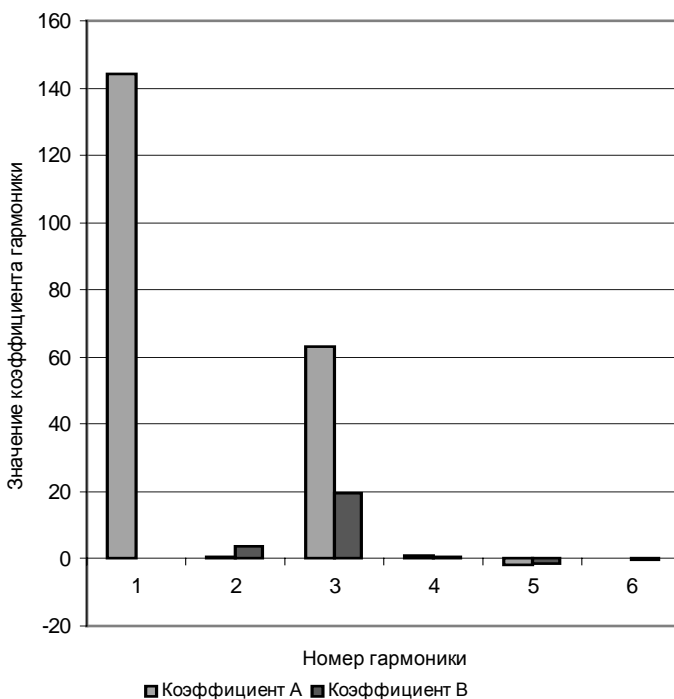


Рис. 3. Значение коэффициентов гармоник

Переоткрытая зависимость представлена на рисунке 4. Данная зависимость является законом Малюса [4].



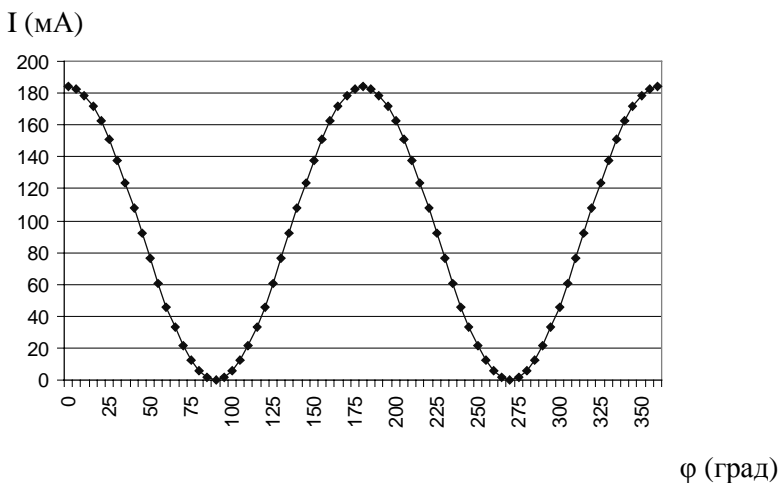


Рис. 4. Значение теоретического распределение  $I$

Как видно из полученных результатов переоткрытая зависимость является тождественной полученной экспериментальной зависимости с определенными критериями точности  $\delta$  и надежности  $\gamma$ . Предложенная методика позволяет:

1. Применять в учебном процессе универсальные методы научного исследования на основе математической теории оптимального планирования эксперимента.
2. Активизировать усвоение теоретического материала.
3. Развивать способности принимать и оценивать собственные решения.

#### Литература

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей. Математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.
2. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевников Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. Часть 2. – М.: Высшая школа, 1986. – 419 с.
3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.3. – М.: Наука, 1969. – 656 с.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990. – 478 с.

## **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗНАНИЙ ИЗ ТЕКСТОЛОГИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ КАК ВИД УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (С ПРИМЕРАМИ ИЗ ФИЗИКИ)**

И.Н. Пустынникова

г. Донецк, Донецкий национальный университет

Не вызывает сомнений, что профессионал в любой области должен совершенствоваться в своей деятельности, что невозможно без овладения современными знаниями. Однако, поскольку объем информации очень быстро растет, это предъявляет требования к процессу обучения. Традиционная педагогика опирается на заучивание громадного объема разобщенных фактов. Это является причиной как значительной перегрузки обучаемых, так и недостаточной сформированности у них способа действий. Сложившуюся ситуацию можно исправить, внедряя в учебный процесс информационные технологии. Напомним, что по В.М. Монахову «общепринятое определение понятия информационной технологии сводится, как правило, к процессу сбора, передачи, хранения и обработки информации во всех ее возможных формах: текстовой, графической, визуальной и речевой» [4, с. 49]. К сожалению, многие исследователи под «новыми информационными технологиями» понимают только применение компьютеров, забывая, что компьютер – это только «средство», а в определение понятия «новые информационные технологии» входят еще и «методы» обработки знаний и данных. Поэтому еще раз подчеркиваю, что информатизация общества требует не только широкого внедрения средств вычислительной техники во все сферы жизни и деятельности человека, но и требует от человека умения пользоваться современными средствами извлечения, обработки и систематизации знаний.

Знать – это значит понимать, т.е. уметь проникнуть в сущность вещей, лежащих за внешним проявлением явлений. Процесс усвоения любых понятий состоит не только и не столько в запоминании их определений, но и в установлении связей между ними, т.е. в формировании субъектом целостной системы этих понятий, или, иными словами, в построении структуры учебного материала.

Для дидактики важную роль играет логическая структура учебного предмета. Понятие «структура» относится к общенаучным категориям. Элементы системы образуют структуру лишь в случае, если эти элементы не просто механически объединены, а связаны между собой так, что взаимно влияют друг на друга, причем это влияние достаточно существенно. Связь между элементами учебного материала не всегда лежит на поверхности. Однако в дидактике можно оперировать лишь теми связями, которые должны быть установлены в сознании учащихся. Но точное определение даже этих связей не всегда является простым. Эта задача должна быть решена в каждом конкретном случае на основе данных соответствующих наук, частных методик, а также общедидактических положений. Элементами логической структуры учебного материала выступают понятия и суждения, являющиеся равноправными элементами структуры учебного материала [10].

Большое значение в дидактике принадлежит вопросу построения правильной нормативной предметной модели обучаемого. Этот вопрос связан со структурированием содержания учебного предмета. Использование структурирования предмета в процессе обучения позволяет учащимся компактно воспринимать материал, а преподавателю при подготовке к занятию определить, какие знания необходимо актуализировать при объяснении нового материала.

Изучение любого учебного предмета связано с использованием двоякого рода понятий. С определениями одних понятий ученик уже познакомился при изучении других предметов (например, понятия «вектор» и «угол» изучаются в математике, но без них невозможно усвоение механики и оптики), а другие понятия вообще не определяются в школе (например, «время»), однако без них невозможно изучение физики. Понятия, составляющие такого рода знания, назовем понятиями нулевого уровня. Отталкиваясь от этих понятий, ученик начинает изучать предмет, т.е. на их основе формирует некоторые предметные понятия. Эти понятия, сформированные на основе понятий нулевого уровня, логично назвать понятиями первого уровня. Усвоив первый уровень, ученик, опираясь на понятия первого и нулевого (или только первого) уровней усваивает понятия второго

уровня. Если развивать эти рассуждения дальше, то получим, что существуют предметные понятия третьего, четвертого уровней и т.д. Иными словами, существует иерархическая структура понятий [1; 2; 13].

При работе с предметными знаниями исходными элементами учебного материала являются понятия. Поэтому при структурировании знаний вначале необходимо определить все термины, которые используются в данной теме, уточнить их смысл, выделить синонимы (например, замкнутая система и изолированная система; результирующая сила и равнодействующая сила), т.е. необходимо составить терминологический словарь предметной области [3]. Потом полученные знания должны быть структурированы, т.е. должны быть установлены связи между понятиями. Структурирование понятий подробно рассмотрено в [1; 2; 13]. Однако при изучении физики нельзя ограничиться лишь усвоением понятий, поскольку связи и отношения между понятиями выражаются, например, в физических законах. Все физические законы могут быть сформулированы с помощью высказываний, каждое из которых можно представить в виде фактов. Каждый факт (из тех, на которые разбито высказывание) должен, по возможности, носить универсальный характер, т.е. участвовать в представлении других высказываний.

В вузовском курсе нет единого учебника, по которому бы занимались студенты. А в разных текстологических источниках одна и та же информация формулируется по-разному, разными словами. Как правило, смысл при этом не изменяется. Но иногда, к сожалению, в самих формулировках встречаются ошибки. Например, в учебнике Д.В. Сивухина [8] приводится ошибочное определение понятия «Вес»: «Весом тела называется приложенная к нему сила  $\vec{P}$ , равная и противоположно направленная силе, с которой это тело действует на подставку, на которой оно лежит, или тянет за подвес, к которому оно подвешено. При этом предполагается, что тело, подставка и подвес покоятся в той системе отсчета, в которой проводится взвешивание» [8, с. 349] (однако общеизвестно, что вес – это сила, с которой тело действует на опору, а никак не приложенная к телу сила).

Рассмотрим, как происходит усвоение закона сохранения момента импульса. При анализе соответствующих разделов ву-

зовских учебников [6; 8; 12] были выделены такие формулировки закона сохранения момента импульса:

А. Момент импульса замкнутой системы есть величина постоянная, так как для нее сумма внешних сил, а, значит, и момент внешних сил равны нулю [12, с. 306].

В. Если момент внешних сил относительно неподвижного начала равен нулю, то момент импульса системы относительно того же начала остается постоянным во времени [8, с. 168].

С. Момент импульса замкнутой системы материальных точек остается постоянным [6, с. 110].

Разобьем формулировки закона на элементарные факты, переформулировав их в виде продукционных правил (ЕСЛИ (условие) – ТО (вывод, следствие)). Форма «ЕСЛИ-ТО» меняет вид закона, но его смысл измениться не должен.

Высказывание А состоит из элементарных фактов:

ЕСЛИ существует система

И система замкнута

ТО момент импульса системы есть величина постоянная.

Высказывание В:

ЕСЛИ начало неподвижное

И момент внешних сил относительно начала равняется нулю

ТО момент импульса системы относительно начала остается постоянным во времени.

Высказывание С:

ЕСЛИ существует система материальных точек

И система замкнута

ТО момент импульса системы остается постоянным.

Все элементарные факты занесем в таблицу 1.

Таблица 1.

Факты	Хай-кин	Сивухин	Савельев	$\Sigma$
1. Существует система	+			
2. Существует система материальных точек			+	+
3. Система замкнута	+		+	
4. Начало неподвижное		+		+
5. Момент внешних сил относительно начала равняется нулю		+		+

Факты	Хай-кин	Сивухин	Савельев	$\Sigma$
6. Момент импульса системы есть величина постоянная	+			+
7. Момент импульса системы относительно начала остается постоянным во времени		+		
8. Момент импульса системы остается постоянным			+	

Если факт присутствует в рассматриваемой формулировке (A[12], B[8] или C[6]), то в соответствующем столбике ставим знак «+». Последний столбик обозначен знаком « $\Sigma$ » и заполняется после анализа всех восьми фактов, содержащихся в таблице. Если факты 1 и 2 или 6, 7 и 8 одинаковы по смыслу и лишь выражены разными словами, то факты 3 и 5 необходимо рассмотреть подробнее. Для сохранения момента импульса факт 3 (система замкнутая) является достаточным, но не является необходимым. Замкнутость системы является слишком «жестким» требованием. Момент импульса системы остается постоянным и для незамкнутой системы при условии, что суммарный момент внешних сил равен нулю. Иными словами, для сохранения момента импульса достаточно и необходимо, чтобы момент внешних сил равнялся нулю. Т.е. необходимыми и достаточными при формулировке закона являются факты 2, 4, 5 и 6. Учтем, что по определению «начало – это какая-либо точка, относительно которой рассматривается момент вектора силы или вектора импульса» [8, с. 166]. Тогда формулировка закона сохранения момента импульса может выглядеть следующим образом: «Если момент внешних сил относительно неподвижной точки равняется нулю, то момент импульса системы материальных точек относительно той же точки есть величина постоянная».

Таким образом, в формулировках Хайкина (A) и Савельева (C) содержится неточность, но она не лежит на поверхности. Для ее нахождения необходимо подвести студента к выводу, что если сумма внешних сил равняется нулю, то момент внешних сил равняется нулю, а наоборот не всегда верно. Для сохранения момента импульса система не обязательно должна быть замкнутой, достаточно, чтобы момент внешних сил равнялся нулю.

Как видим, даже в учебниках, выдержавших не одно издание, встречаются неточности и ошибки, что же говорить о другой литературе. Следовательно, необходимо научить студентов критически относиться к любой информации, находящейся в любых текстологических источниках. Для формирования умения анализировать информацию, полученную из различных источников, предлагается методика, состоящая в том, что при усвоении формулировки закона или определения понятия студенты должны [5]:

1. Выделить формулировки определенного закона или определения определенного понятия из разных текстологических источников.
2. Выделить элементарные факты, которые формируют изучаемый закон (определение).
3. Определить наличие связей между элементарными фактами.
4. Выделить необходимые и достаточные факты.
5. Сформулировать закон (определение), используя необходимые и достаточные факты.

Иногда ни в одной из выделенных формулировок в явном виде не содержится некий необходимый факт. Это выясняется на третьем шаге и ликвидируется при выполнении шага четыре.

Рассмотрим, как может быть реализована предложенная методика на примере усвоения определения понятия «магнитное поле». В вузовских учебниках [7; 9; 11] даны следующие формулировки этого определения:

А. Взаимодействие токов осуществляется через поле, называемое магнитным [7, с. 116].

В. Движущиеся заряды создают магнитное поле [9, с. 213].

С. Во всех точках пространства, окружающего произвольный ток, всегда существует обусловленное этим током поле сил – это поле называется магнитным полем тока [11, с. 200].

Выделим элементарные факты, на которых основывается каждое суждение, и занесем их в таблицу 2.

При составлении обобщенного определения необходимо опираться на факты: «заряды двигаются», «поле образовано зарядами» и «поле называют магнитным полем». Нет необходимости в учете фактов «поле образовано током», «взаимодействие

токов осуществляется через поле», потому что эти факты содержат в себе факты «поле образовано зарядами» и «заряды двигаются» (по определению током называют направленное движение электрических зарядов). Ни в одном из выделенных определений не сказано, что «заряды электрические», однако магнитное поле образуется только вокруг движущихся электрических зарядов, т.е. этот факт является неявным, но необходимым и должен быть включен в определение понятия «магнитное поле».

Таблица 2.

Факты	Савельев	Сивухин	Тамм	Σ
1. Заряды двигаются		+		+
2. Поле образовано зарядами		+		+
3. Поле образовано током			+	
4. Взаимодействие токов осуществляется через поле	+			
5. Заряды электрические				+
6. Поле называют магнитным полем	+	+	+	+

С учетом проведенного анализа можно составить следующую формулировку определения: «Магнитное поле – это поле, образованное движущимися электрическими зарядами».

При анализе определений и формулировок используются следующие принципы [2, с. 189]:

1. Принцип лаконичности. Высказывание должно содержать минимальное количество слов, выражая при этом законченную мысль.

2. Принцип первичности определений. Понятия впервые вводятся через определения. Никакое новое понятие не может появиться в высказывании, которое не является определением.

3. Принцип единственности. Любое высказывание не должно содержать более чем одно новое понятие.

4. Принцип самодостаточности. Любое высказывание должно даваться в полной формулировке, и его смысл не должен зависеть от других высказываний.

5. Грамматический принцип. Структура высказываний должна подчиняться логике построения литературно правильной речи.



Как свидетельствует опыт практической деятельности, предложенная методика позволяет научить обучаемых критически относиться к любой получаемой информации. Это является очень важным умением, поскольку студенты, как правило, безошибочно воспроизводят определение понятия или формулировку закона, т.е. знают его существенные признаки на репродуктивном уровне. Однако при действиях с реальными объектами опираются на случайные признаки, выделенные на основе жизненного опыта. Однако основная цель формирования большинства научных понятий состоит в том, чтобы научить человека ориентироваться с помощью этих понятий в определенной области деятельности: распознавать явления, сопоставлять их, находить свойства, характерные для объектов данного класса, преобразовывать объекты и т.д. Т.е. понятия необходимо усвоить, чтобы использовать их в деятельности.

Таким образом, используя описанную выше методику, организуется учебная деятельность (на продуктивном уровне) при изучении физики. Предложенная методика может также использоваться при изучении других дисциплин как естественно-научного, так и гуманитарного профиля.

#### Литература

1. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Структурирование понятий предметной области с помощью методов представления знаний // Искусственный интеллект. – 1996. – № 2. – С. 29 – 52.
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. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. – М.: Радио и связь, 1992. – 200 с.
4. Монахов В.М. Что такое новая информационная технология обучения? // Математика в школе. – 1990. – №2. – С. 47-52.
5. Пустынникова І.М., Камуз Г.В. Використання структурованого знання предметної галузі за допомогою методів штучного інтелекту при вивченні фізики // 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. 276 – 280.

6. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб пособие: В 3 т. – М.:Наука, 1987. – Т.1: Механика. Молекулярная физика. – 432 с.

7. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб пособие: В 3 т. – М.: Наука, 1988. – Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с.

8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика: Учеб. пособие для физ. спец. вузов. – М.: Наука, 1979. – 520 с.

9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество: Учеб. пособие для физ. спец. вузов. – М.: Наука, 1983. – 688 с.

10. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. – М.:Педагогика, 1974. – 192 с.

11. Тамм И.Е. Основы теории электричества: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1989. – 504 с.

12. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – М.: Наука, 1971. – 752 с.

13. Atanov G., Pustynnikova I. Structuring physics concepts as a method of learning // Proceedings of the 9<sup>th</sup> PEG Conference: Intelligent Computer and Communications Technology: Teaching and Learning for the 21<sup>st</sup> century. – Pp. 336 – 343.

## ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР З ФІЗИКИ

Л.М. Савчук

м. Бердянськ, Бердянський державний педагогічний університет

Ефективність процесу навчання залежить від багатьох психолого-педагогічних передумов, таких як психологічна підготовленість учнів (або студентів), усвідомлення ними мети навчання, бажання вчитися, вміння зосередитися на навчальній діяльності та від наявності належного рівня розвитку. Усе це повинен врахувати той, хто навчає, та по можливості використовувати різноманітні педагогічні засоби, активізувати пізнавальну діяльність учнів.

Одним із педагогічних засобів активізації пізнавальної діяльності є **навчально-пізнавальні ігри**. Цей засіб можна використовувати не лише у шкільному навчанні, а й у закладах вищої освіти.

Активізація пізнавальної діяльності під час дидактичної комп'ютерної гри школярів або студентів є актуальним напрямком у дослідженні комп'ютерного навчання. З точки зору багатьох учених та викладачів, саме при реалізації навчальних ігор дидактичні можливості комп'ютера можуть бути розкриті найбільш повно.

У контексті дослідження навчально-пізнавальних ігор за допомогою комп'ютера чітко проявляються багато актуальних проблем комп'ютерного навчання, в тому числі проблеми розробки його теоретичного фундаменту, створення психологічно обґрунтованих технологій та засобів проектування навчальних програм. Разом з тим дидактичні ігри мають специфічні особливості, які не дозволяють безпосередньо використовувати результати, отриманні при вивченні інших видів навчальних комп'ютерних програм. І це надає дослідженню дидактичних ігор за допомогою комп'ютера важливе самостійне (теоретичне і практичне) значення.

Сучасна педагогіка звертається до дидактичної гри, справедливо вбачаючи в ній резерви збільшення ефективності педагогічного спілкування, дидактичну продуктивність властивих для неї

елементів змагання, безпосередності, захоплюваності і т. ін. Серед переваг, які відмічають звичайно, характеризуючи особливості використання гри в навчальних цілях, слід відмітити збільшення мотивації, стимулювання ініціативи та творчого мислення, включення до навчальної діяльності практично всіх тих, хто навчається, набування досвіду співробітництва та спільної роботи, встановлення міжпредметних зв'язків, створення “неформального середовища” для навчання та сприятливих передумов для формування різноманітних стратегій розв'язання задач, “структурування” знань, які можуть застосовуватися у різноманітних областях, об'єднання розрізнених уявлень у “складну та збалансовану картину світу” тощо.

Використання комп'ютера дозволяє реалізувати ці переваги навчальних ігор з високим ефектом. Така перспектива відкривається частково завдяки індивідуалізації навчання, можливості врахувати його історію при виборі наступних кроків (навчальних впливів), розширенню контрольованої викладачем зони, що у сукупності дозволяє йому вести навчальний процес в безпосередньому контакті зі студентами. Гра стає більш цікавою та варіативною.

Указані переваги характерні для різних ігор, у тому числі й таких, які можуть бути проведені й без комп'ютера. Однак існують ігри, які принципово не можна реалізувати в безмашинному варіанті чи якісно відмінні від нього. В числі якісно нових можливостей, які надає комп'ютер у реалізації дидактичних ігор, слід виділити можливість занурення школяра або студента в ігрове середовище, що не тільки створює ілюзію прийняття участі в імітованих ігрових ситуаціях, але й дозволяє відразу побачити, до чого призводить будь-яке рішення, інакше кажучи, експериментувати з об'єктами в процесі гри. Комп'ютер, таким чином, змінює самий характер діяльності, створює передумови для “породження” образів, узагальнень, цілей та смислів – всього того, що властиве продуктивним видам активності.

Разом з цим указані вище можливості комп'ютера залишаються переважно потенційними, оскільки ігрові програми, які має викладач, носять в основному розважальний характер та дають незначний навчальний ефект.

Для того, щоб намітити шляхи розробки ефективних дидак-

тичних навчально-пізнавальних комп'ютерних ігор, необхідно уточнити уявлення про природу гри та її психологічні особливості. Інакше кажучи, необхідно уточнити, що саме повинне розроблятися, яким вимогам повинна задовольняти дидактична гра (з урахуванням специфіки її комп'ютерної реалізації).

Перш за все, дамо означення дидактичної гри. *Дидактична гра* – це складне педагогічне явище, її призначення у навчанні – імітація чи моделювання навчальної ситуації, вивчення її процесу та прояву інтересів викладача та студента під час занять. Дидактична гра містить ігрову та навчальну задачі. Ігрова – це задача, яку розв'язує той, хто грає у ході гри, тобто виконання певної діяльності. Навчальна – це задача, яку ставить викладач (розробник гри), тобто оволодіння знаннями та вміннями. Розробник гри повинен чітко уявити, з якою навчальною метою проводиться конкретна гра, які знання повинні бути закріпленні, систематизовані, виявленні у тих, хто навчається, які вміння повинні бути сформовані та перевірені. Цим визначається зміст, хід та правила гри. По тому, як учень або студент справляється з навчальною задачею, оцінюється його участь у грі. Для тих, хто навчається, ці навчальні цілі ніби завуальовані в ігровій задачі, вони їх не помічають; викладач же аналізує результати гри по тому, як учні виконують ці навчальні завдання.

Одним з найбільш важливих питань є питання визначення місця гри у навчальному процесі. Розв'язуючи його, слід виходити з аналізу цілей навчальної діяльності з урахуванням її ієрархії (від ближніх – наприклад, закріплення деяких навичок, до найбільш віддалених – розвиток мислення, пам'яті і т. ін.). Гра може сприяти одночасно досягненню декількох навчальних цілей, останні можуть бути задані, як в явному, так і в прихованому вигляді. Однак вона може відіграти й негативну роль, особливо, якщо не враховувати її співвідношення з іншими компонентами навчальної діяльності.

Очевидно, тому слід передбачати можливість виходу з гри за бажанням того, хто навчається, її модифікацію (зміна рівня складності, темпу і т. ін.), реалізацію принципу вільного вибору учнями (студентами) конкретних форм навчання. Один з можливих шляхів – розробка різноманітних варіантів гри, кожний з яких передбачає різноманітне співвідношення між правилами та на-

вчальними цілями. Можлива також побудова серій схожих за сюжетом та правилами ігор, в яких використовується різний предметний матеріал.

Досягнення навчальних цілей у грі може спочатку виступати як побічний продукт діяльності. Однак у правильно побудованій грі засвоєння по меншій мірі деяких способів дій (планування, побудова алгоритму розв'язування, вибору критеріїв контролю тощо) повинно виступати як прямий продукт навчання, по меншій мірі їх засвоєння є необхідною умовою досягнення ігрових цілей.

Сформульовані вище вимоги до дидактичної гри дозволяють уточнити сферу застосування гри, виокремити специфічні умови та особливості гри.

При розробці дидактичних вимог до комп'ютерних дидактичних ігор слід виходити також і зі змісту дидактичних принципів. Правомірність такого підходу не викликає сумніву, тому що положення про те, що дидактичні вимоги завжди засновуються на дидактичних принципах, є в дидактиці загальноновизнаним, однак шляхи його реалізації не завжди є обґрунтованими.

Таким чином, не заперечуючи специфіку комп'ютерного навчання, ми вважаємо, що воно підпорядковується тій же системі дидактичних принципів, що й взагалі навчання, але за умови, що система таких принципів та зміст кожного з них оптимізовані на основі сучасних даних психологічної та педагогічної наук. Отже, мова повинна йти не про заміну традиційних дидактичних принципів, а про перегляд та наповнення таким змістом, який дозволив би конструктивно використовувати їх у будь-яких ситуаціях навчання, а саме організованих за допомогою комп'ютера.

При виявленні дидактичних вимог до комп'ютерних дидактичних ігор треба, перш за все, орієнтуватися на ті принципи навчання, зміст яких переглянуто на основі сучасних теоретичних досягнень у галузі педагогіки та психології, що й дозволяє використовувати їх в якості основи для дослідження даної дидактичної проблеми.

Одним з провідних дидактичних принципів є **принцип науковості**. Відповідно до нього, в зміст навчання повинні включатися не тільки усталені в науці знання, але й найбільш фундаментальні проблеми сучасної науки та перспективи її розвитку. У

відповідності із сьогоднішніми уявленнями принцип науковості визначає не тільки відбір змісту навчального матеріалу, але й способи його засвоєння, адекватні сучасному науковому знанню. У зв'язку з цим пропонується формування в учнів умінь та навичок наукового пошуку, ознайомлення їх із сучасними методами пізнання.

На основі змісту принципу науковості може бути виокремлений ряд вимог до комп'ютерних ігрових програм. Перш за все, ці програми доцільно наповнювати таким змістом, який найбільш ефективно може бути засвоєний тільки за допомогою комп'ютера. У першу чергу це стосується демонстрації процесів, сутність яких може бути виявлена тільки на мікрорівні організації речовини, процесів та явищ, реалізація яких в умовах експерименту не можлива з ряду причин: небезпеки проведення дослідів у лабораторії, тривалості чи навпроти, миттєвості його плину і т. ін., тобто там, де треба замінити реальний експеримент.

Не дивлячись на те, що наступна вимога формулюється велими тривіально, зміст комп'ютерних ігрових програм повинен відповідати сучасному стану наукового знання, його роль значна.

Способи засвоєння навчального матеріалу, які передбачені програмою, повинні бути адекватними сучасним науковим методам пізнання. В якості останніх можуть бути названі метод моделювання, у тому числі математичного, метод системного аналізу, які сприяють більш глибокому пізнанню об'єктів, які являють собою системи зі складною організацією.

Традиційне розуміння **принципу наочності**, як відомо, зводиться до того, щоб створити у студентів чуттєве уявлення про об'єкт вивчення. Досягнення психологічної та педагогічної науки дозволили уточнити й доповнити його. Зміст цього принципу уточнюється введенням додаткової вимоги. Згідно цієї вимоги, виконання діяльності студентами повинно протікати в перцептивному плані. Подібне розуміння принципу наочності потребує точної вказівки тих дій, які необхідно виконати з предметами, щоб, з одного боку, виявити зміст майбутнього поняття, а з іншого – подати цей зміст у вигляді знакових моделей. На основі даного принципу можна сформулювати наступні вимоги до навчальних ігрових програм: у комп'ютерних навчальних програмах при відображенні чуттєвого об'єкта не слід захоплюватися

натуралізмом; у програмі повинна бути надана не будь-яка модель, а тільки та, яка сприяє реалізації дидактичних цілей даної навчально-пізнавальної гри; модель, яка міститься в програмі, повинна бути подана у формі, яка дозволяє найбільш чітко розкрити суттєві зв'язки та відношення об'єкта; суттєві ознаки, зв'язки та відношення моделі повинні бути у програмі адекватно зафіксовані кольором, блиманням, звуком тощо.

Найбільш важлива вимога, яка засновується на сучасному розумінні принципу наочності, полягає в тому, що за допомогою комп'ютерних навчальних програм необхідно не тільки відобразити об'єкт вивчення, але й організувати діяльність учнів або студентів із його перетворення. У сучасних дослідженнях показано, що ефективність навчання збільшується, коли вони самі будують моделі, а не отримують їх у готовому вигляді. Дійсно, будуючи моделі, вони відтворюють суттєві ознаки об'єкта, його структуру. В процесі подальшої роботи з моделлю засвоюються теоретичні знання, створюється можливість для самостійного виведення знань при переході на аналітичний матеріал. Робота з моделлю може вестися у двох напрямках: добудова моделі чи її видозміна і переконструювання. Діяльність учнів при роботі з моделлю повинна бути заздалегідь сформована – тільки в цьому випадку робота з комп'ютерною програмою моделюючого типу може бути ефективною.

На основі діяльнісного підходу переглянуто також зміст **принципу систематичності та послідовності**. Якщо раніше він передбачав тільки систематизацію знань, у їх відриві від діяльності із засвоєння цих знань, то зараз у зміст цього принципу вводиться другий компонент – уявлення адекватних дій, в яких ці знання засвоюються, що є важливим доповненням до його традиційного змісту. Щоб в учнів із самого початку склалась система уявлень про плануючу діяльність, необхідно на початковому етапі навчання дати загальний припис (орієнтовну основу дій) для наступної роботи. Таке орієнтування дозволяє ліквідувати розрив між систематичним уявленням виучуваного матеріалу та вмінням застосовувати отриманні знання при розв'язанні практичних завдань.

Існує точка зору, що принцип систематичності в його традиційному трактуванні повинен бути замінений на принцип систе-



ності. Зміст останнього трактується як вимога формування знань, адекватних структурі наукової теорії. У наш час показано, що вимога системності не відмінє й не компенсує дидактичного принципу систематичності. Останній повинен включати в себе ідеї, пов'язані із загальнонауковим методом системності.

Так, вимога дидактичного принципу систематичності – відслідковувати у навчанні логіку науки – збагачується, відповідно вимозі системності, наступним положенням: зміст навчального предмета повинен відображати не просто логіку науки, а логіку, адекватну її сучасному стану, – логіку системного розкриття об'єктів та явищ дійсності, яка вивчається.

Дане тлумачення принципу систематичності та послідовності дозволяє намітити ряд вимог до комп'ютерних ігрових програм. Поряд з предметними знаннями в зміст програми повинні увійти й спеціальні методологічні знання, які відображають структуру відповідної науки.

У склад методологічних знань доцільно включити системні методи пізнання. Ці методи можуть бути найбільш оптимально реалізовані за допомогою комп'ютерних навчальних програм, звідси: в об'єктах чи явищах, які відображаються за допомогою комп'ютерних програм, повинні бути відокремлені основні структурні елементи та суттєві зв'язки між ними, які дозволяють уявити цей об'єкт (явище) у вигляді цілісного утворення. Поряд з цим алгоритм, у відповідності з яким будується діяльність того, хто навчається, за засвоєним матеріалом повинен відображати логіку його системного аналізу.

Зміст діяльності, яка організовується за допомогою комп'ютерних ігрових програм, повинен відповідати знанням, які засвоюються. Так, якщо програма має на меті формування в учнів чи студентів типових вмінь, то організацію діяльності слід вести за готовим алгоритмом, заданим тим, хто складав програму. Напроти, якщо передбачається формування вміння розв'язувати евристичні задачі, то учням необхідно надати можливість самостійно побудувати алгоритм дій, а комп'ютер у подібній ситуації виступає лише у ролі “контролера”, “експерта”.

Оскільки активність обумовлена свідомістю, при розробці комп'ютерних ігрових програм необхідно орієнтуватися на наступні вимоги: доцільно у структурі навчальних програми вво-

дити орієнтовний компонент, який повинен включати два види знань – знання про діяльність, яка реалізується за допомогою комп'ютерних навчальних програм (мета діяльності, її предмет, засоби й основні етапи здійснення), і предметні знання, необхідні для вдалої роботи з програмою (формули, довідково-інформаційні дані тощо).

Традиційне трактування **принципу індивідуального підходу** у навчанні було орієнтоване лише на окремі характеристики учня та на відповідність навчального матеріалу цим характеристикам. У сучасному розумінні принцип індивідуалізації навчання базується на ідеях цілісного, особистісного підходу до учня як до суб'єкта діяльності. Його зміст виявляється як система індивідуалізованих способів та прийомів взаємопов'язаних дій викладача та учнів, яка органічно властива усім етапам процесу навчання та спрямована на всебічне врахування індивідуальних особливостей учнів.

Сукупність вимог до комп'ютерних ігрових програм, які реалізують принцип індивідуалізації навчання, може бути відображена наступним чином: урахування при відборі та побудові навчального матеріалу, вихідного рівня предметних та навчальних знань й умінь учня, а також рівня розвитку мотиваційної сфери, індивідуально-особистісних, психофізіологічних особливостей кожного учня. Програми комп'ютерного типу, на відміну від традиційних, дозволяють уже сьогодні в значній мірі реалізувати вказані вимоги.

На основі діяльнісного підходу переглянуто й зміст **принципу доступності**. Доступність розуміється як можливість досягнення мети навчання. Умовою її реалізації є наявність до початку навчання всіх внутрішніх та зовнішніх умов. Повна та узагальнена система цих умов передбачає наявність:

– суб'єкта навчання, тобто того, хто навчається, який володіє необхідними предметними та навчальними знаннями і вміннями, системою позитивних навчальних мотивів, психофізичними передумовами для успішного здійснення навчання та знаходитися у стані актуальної готовності до виконання цієї діяльності;

– адекватної методики засвоєння, тобто системи методів, прийомів, засобів навчання, які відповідають специфіки даного навчального матеріалу, а також які відповідають характеристи-

кам того, хто навчається;

– сприятливих зовнішніх умов здійснення діяльності того, хто навчається.

Принцип доступності при такому змісті набуває узагальненого характеру по відношенню до інших дидактичних принципів, які відображають його процесуальну сторону (принципи наочності, систематичності та послідовності, індивідуалізації навчання і т. ін.). Якщо останні спрямовані на створення окремих умов, то принцип доступності призваний констатувати наявність системи цих умов. При одночасній наявності названих вище умов навчання можна говорити про реалізовану доступність, тобто про можливість досягнення мети.

Таким чином, для досягнення мети навчання (засвоєння навчальної програми) до початку здійснення фрагмента навчання, у склад якого включена ігрова програма, необхідно мати у наявності вказані вище внутрішні та зовнішні умови.

#### Література:

1. Анциферов Л.И. ЭВМ в обучении физике: Учебное пособие. – Курск: КГПИ, 1991.
2. Вербицкий А.А. Активные методы обучения в высшей школе: Контекстный подход. – М., 1990.
3. Маргулис Е.Д. Психологические особенности учебной игры с использованием компьютера // Вопросы психологии. – 1988. – №2. – С. 45–57.
4. Маргулис Е., Косов Ю., Мележик Ю. Компьютерные игры в обучении // Информатика и образование. – 1990. – № 2. – С. 66.
5. Основи нових інформаційних технологій навчання: Посібник для вчителів / За ред Ю.І. Машбиця – К.: ІЗМН, 1997.
6. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Дидактические игры в процессе обучения физике. – М.: НМЦ среднего профессионального образования, 1996.
7. Сергеева Т., Чернявская А. Дидактические требования к компьютерным обучающим программам // Информатика и образование. – 1988. – № 1. – С. 48.
8. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. – М.: Знание, 1984. – 80 с.

## **КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ЯК ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ РОЗВИТКУ ЦІНІСНО-СМИСЛОВОГО ВІДНОШЕННЯ КУРСАНТІВ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ**

А.П. Сафронова

м. Харків, Академія пожежної безпеки України

fd@apbu.kharkiv.com

Протягом останніх десяти років спостерігається поступове зниження інтересу курсантів до вивчення предметів природознавчого циклу, зокрема до вивчення фізики. Таке явище в умовах швидкого збільшення об'єму інформації, безумовно заважає ефективному вихованню фахівців 21 віку і вимагає застосування нових методів при вивченні фізики.

Аналіз цієї проблеми з позицій концепції особисто орієнтованої освіти показує, що існуюча фізична освіта не зачіпає належним чином особистих якостей курсантів, не створює ситуацій, які потребують виявлення властивостей особистості. Інколи відсутні умови для формування цілісної активної особистої позиції в учбовій діяльності курсантів. У традиційному розумінні фізичної освіти розвиток курсантів здійснюється переважно у когнітивній сфері. При цьому мало враховується життєвий, повсякденний досвід курсанта, його особисте відношення до світу, суспільства, майбутнього фаху. Все це не може не впливати на ціннісно-сміслові відношення курсантів до вивчення предметів природознавчого циклу.

Одним із нових педагогічних підходів, які дозволяють усунути недоліки “накопичуваного” навчання, є застосування технологій критичного мислення [1, 2] при вивченні курсу фізики. Розвиток навичок критичного мислення у курсантів проводився на усіх видах учбової роботи з ними. Особлива увага приділялась самостійній роботі курсантів під керівництвом викладача, де була можливість спілкуватися з кожною групою окремо у неформальних обставинах, обмінюватися поглядами, приймати участь у дискусіях. При цьому інформація, яку курсанти одержували на лекціях з фізики, була початковим пунктом розвитку критичного мислення, а сам процес пізнання став неформальним, активним, творчим, допомагав сприймати складні поняття, за-

пам'ятовувати різноманітні відомості. Наприклад, розбираючи тему “Явища переносу: дифузія, внутрішнє тертя, теплопровідність”, курсанти усвідомили, що всі явища переносу супроводжують пожежі, навели приклади різних випадків пожеж, нових матеріалів, які швидко згорають при пожежах, згадали техніку пожежної безпеки. Навчання проходило не стільки на основі засвоєння чужого досліду, скільки на основі осмислення особистого.

Розвиток критичного мислення дозволяє здійснити перехід від простого запам'ятовування лекційного матеріалу до вміння ставити ціль, аналізувати ситуацію, оцінювати себе; від формального виконання домашніх завдань з фізики до ініціативності; не задовольнятися готовими рішеннями. Курсанти вчать працювати самостійно з учбовими матеріалами з фізики, пов'язувати їх із своїм життєвим досвідом. Таким чином, розвиток навичок критичного мислення дозволяє формувати у курсантів власний погляд при вивченні фізики, допомагає досліджувати на лекціях та практичних заняттях реальні проблеми, пов'язані з їх майбутнім фахом.

#### Література

1. Халперн Д. Психологія критического мышления. – СПб.: Изво Питер, 2001.
2. Олійник Т.О. Розвиток критичного мислення у вищій школі. – Педагогіка та психологія. – № 10. – Харків, 2001. – С. 83–87.

## РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОФЕСІЙНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ НАВЧАННЯ ФІЗИЦИ НА ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТТЯХ

Л.Г. Сергієнко

м. Красноармійськ, Донецький національний технічний університет, Красноармійський філіал

Для продуктивного сприйняття нового матеріалу, що особливо містить елементи професійної спрямованості, на наш погляд, дуже цінним є метод створення і розвитку логіко-структурної моделі навчання на основі діяльнісного підходу й структурування навчального матеріалу.

Дуже корисним, як показав досвід, є використання структурно-логічних схем, керуючись якими, лектор викладає, а студенти сприймають класичний матеріал фізики, трансформований до задач професійної спрямованості. Це дозволяє створити рух тематичної ідеї від теоретичного виду до практичної мети. У зв'язку з цим доцільно представляти й давати схеми з можливо більш широкою розшифровкою її місця в курсі з особливим акцентом на шляхах її подальшого використання. Наприклад, відомий закон Амонтона-Кулона, що визначає силу тертя, розкривається в ідеях гірничопромислового транспорту (стрічково-конвеєрного). Навіть ще не розкрита, ця тема визначає хід міркувань про конструкцію установок, умови їхньої експлуатації. Суха інформація про закон і простий аналітичний запис його стає живими й значимими в ідеях теми, що, як видно, існує не сама по собі, а як дуже значима, для становлення фахівця. Таким чином, для розкриття теми будь-якого розділу фізики необхідно, спочатку, ввести визначений набір професійних понять, величин, характеристик тощо, які б функціонально сполучалися й були невід'ємними з поняттями фізики. Це робить необхідним організацію задач і ходу міркувань по її рішенню в цільовому напрямку.

У наведеному прикладі визначення сили тертя ковзання приводить до необхідності встановити коефіцієнт тертя матеріалу стрічки і гірничої маси. Теоретичні міркування і демонстраційні експерименти (ДЕ) показують, що шуканий коефіцієнт тертя ковзання чисельно дорівнює тангенсу кута нахилу поверхні стрічки й матеріалу тіла, при якому тіло (гірнича маса) починає рівномі-

рне ковзання. В остаточному підсумку це дозволяє сформулювати закон, що викладається, як закон природи, емпірично розкривається, теоретично обумовлений і практично використовуваний. Застосування структурно-логічних схем різної наповнюваності дозволяє викладачу більш чітко об'єднати окремі змістові фрагменти лекції, а студенту їх осмислено сприйняти в кожному елементі інформації, що підкоряється головній меті й меті теми. Таким чином, побудова курсу і його частин від центрально-вузлового моменту професійної спрямованості робить логічним як виклад теми, так і її сприйняття. Зрозуміло, що викладені ідеї вимагають розгляду всього досліджуваного матеріалу як цілісного, системного об'єкта. При цьому виникає необхідність визначення й використання відповідних елементів у потрібний час і в потрібному місці в структурі матеріалу, що викладається. Закладені в кожному значеннєвмі фрагменті інформативні предмети професійної орієнтації визначають характер зв'язку між теоретичними й практичними елементами в ході викладу, що може носити, зокрема, і проблемні ситуації. При цьому не виключається, а в деяких моментах особливо використовуються схеми, в яких акцент робиться на питаннях самостійної роботи студентів. У приведеному раніше прикладі це може бути визначенням кутів розташування транспортних конвеєрів, характеристик гірничої маси тощо. При цьому, природно, студенту необхідно буде використовувати інформацію, отриману з виробництва і спеціальної літератури. При таких компонуванні навчального матеріалу програми студент буде знаходитися в постійній атмосфері, наближеної до виробничої сфери, не тільки в аспектах термінологічних, але і конкретно експлуатаційних. Якщо лектор акцентує матеріал у ДЕ, вважаючи його важливим засобом навчання, тоді варто говорити про демонстрацію як частину значеннєвого фрагмента лекції, причому, що аргументує. Ясно, що лектор сам вирішує питання про співвідношення часу й фрагментів лекції. Якщо демонстрація виступає як предмет вивчення, то її необхідно виділити в значеннєвий фрагмент, попередньо інформувавши студентів, яким чином він може бути використаний у логіці матеріалу, що викладається. У цьому випадку змінюється характер сприйняття, ДЕ, тому що попередньо змінилася мета сприйняття. З боку слухачів виникає необхідність не тільки дивитися на яви-

ща, але і розібратися в його технічних особливостях, можливих застосуваннях, що можуть сформуватися шляхом самостійних міркувань.

Роль демонстрації можна розширити, створивши з її допомогою проблемну ситуацію, використовуючи заключне узагальнення. Тому в схемі необхідно передбачити елемент, який би визначав можливе місце й роль демонстраційного досліду (ДД). При цьому, звичайно, повинні бути враховані фактори технічного оснащення й наявності часу.

Аналізуючи навчальний процес, було з'ясовано, що не всі, ДЕ доцільно представляти як предмет вивчення. У зв'язку з цим ДД по своєму змісту можуть бути розділені на групи:

1. ДЕ, що виконують функції ілюстрації фізичних закономірностей;
2. ДЕ, які демонструють фізичні явища;
3. ДЕ, які демонструють застосування фізичного явища у приладах, установках тощо.

Найбільшу цінність, на наш погляд, мають фундаментальні досліди, що всотали у себе перераховані групи. З метою формування професійної спрямованості навчання студентів у лекціях нами спеціально виділяються значеннєві фрагменти, що мають очевидні зв'язки з матеріалами спецдисциплін та майбутньої виробничою діяльністю. Це дозволяє зберегти наступність дисциплін і органічний зв'язок із майбутнім фахом. У зв'язку з останнім нами була переглянута програма вивчення навчального курсу фізики, по всіх його розділах.

У ході викладу матеріалу враховуються поняття професійного рівня, окреслюється коло спеціальних задач, що мають фізичний зміст із практичною наповнюваністю, а лабораторно-практичні заняття здобувають професійно-практичну спрямованість. Наприклад, розкривши тему про сили в механіці і їхню роботу, дається узагальнення з професійно спрямованим прикладом про роботу піднімальних шахтних установок. Потенціальна енергія шахтного скіпа чи кліті буде визначатися глибиною шахтного стовбура, а саме:

$$W_n = -\gamma \frac{mM_s}{(R_s + r)},$$

де  $\gamma$  – гравітаційна стала;



$M_3$  – маса Землі;

$m$  – маса скіпа (чи кліті);

$R_3$  – радіус Землі;

$r$  – глибина стовбура (відстань від вільної поверхні Землі до дна зумпфа стовбура).

Знання істинної величини потенціальної енергії піднятого вантажу дозволяє розрахувати величину необхідної роботи піднімальної установки та її потужність.

Зрозуміло, що необхідно мати вихідні параметри для розрахунку конструктивних елементів цих машин. Як визначальні з них виступають діючі сили гравітації, інерції, тертя. В фізиці вони визначаються, але більш точне їхнє значення з урахуванням коефіцієнта запасу міцності й надійності дають розрахунки теоретичної механіки, опору матеріалів, теорії пружності машин і механізмів тощо (тобто реалізуються елементи між предметних зв'язків).

Вирішуючи конкретні задачі, студент на заняттях з фізики розуміє значимість теоретичного лекційного матеріалу. При цьому не треба його переконувати про важливість і необхідність вивчення фізики. Переконає реальність мети й ідеї фундаментальної й професійної підготовки.

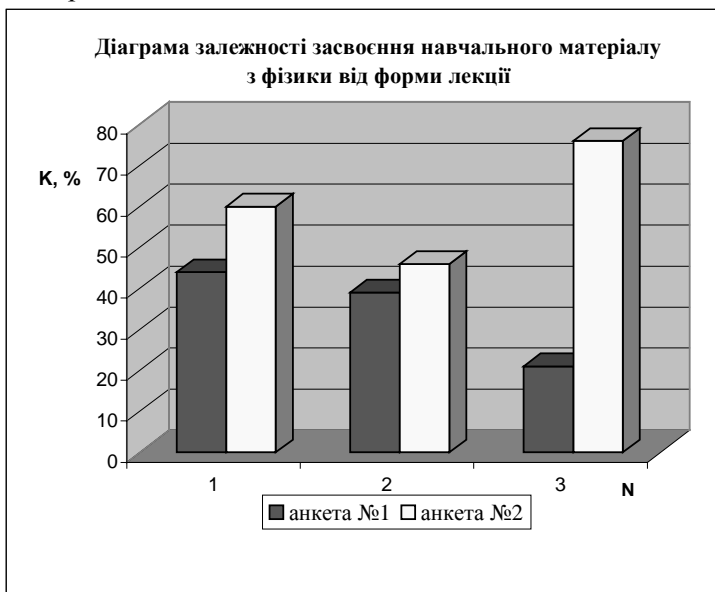
Трансформація матеріалу вузівської програми, що викладається, на рівень професійних вимог найбільш плідна при розгляді характеру зв'язку між поняттями предметними й виробничими. ДД прикладу: фізик оперує поняттям частота, а механік шахти – числом оборотів вала двигуна у хвилину (технічна частота). Стає зрозумілим для студента як майбутнього професіонала, чому при частоті перемінного струму 50 Гц краще спроектувати двигун із числом обертів кратним цій величині. І це він зрозуміє в більш глибокій формі на наступних курсах при вивченні загальної електротехніки, теоретичних основ електротехніки, електропривода гірничих машин тощо.

Важливим аспектом у лекціях, що мають професійну спрямованість є уміння студентів аналізувати новий матеріал, виділяти в ньому головне, значиме, розуміти суть експерименту (демонстраційного досліду). Щоб установити, як формується відзначена якість у студентів, ми провели наступний експеримент. На перших і других курсах технічних спеціальностей, де були

прочитані лекції за традиційною технологією, в кінці лекції була проведена письмова анкета (№1), що містить наступне:

- 1) Які основні питання були розглянуті на лекції?
- 2) Які нові поняття були введені і використані?
- 3) Які ДД минулого показані на цій лекції, з якою метою, із якою користю для Вас і Вашої майбутньої професії за фахом?

Потім на цих же курсах були прочитані три наступні лекції з використанням структурно-логічних схем, що містять матеріал із професійно орієнтованою інформацією. На лекціях чітко виділялися значеннєві фрагменти, як по змісту фундаментального матеріалу, так і зв'язану з ним професійно спрямовану орієнтацію. Були виділені також значеннєві фрагменти, що містять інформацію, необхідну для подальшого використання в спецкурсах. Після цих лекцій було також проведене анкетування (№2), що містило ті ж питання. Результати першої й другої анкет представлені на діаграмі:



На діаграмі позначено: К – відсоток кількості студентів, відповіді яких оцінені на “4” і “5”, N – номер питання.

Оцінка відповідей по анкетах проводилася по логіці засвоєння матеріалу, умінню виділити основні питання, умінню за-

своїти новий матеріал, як теоретичний, так і демонстраційний.

Діаграма не вимагає спеціальних пояснень, тому що очевидно, що студенти краще сприймають логіку лекцій і більш чітко виділяють головне тоді, коли лекції мали професійно-спрямовану орієнтацію. Так, у контрольному випадку на взаємозв'язок указували 44% студентів, а в експериментальному – 60%. Правильно описали, ДЕ по його призначенню в контрольному випадку – 39%, а в експериментальному – 76%. Показово так само, що 21% студентів при експериментальному читанні лекцій зуміли коротко описати і технічні моменти досвідів, що мають прикладне значення. Цей експеримент показав, що при звичайному читанні лекцій студенти прагнуть відтворити внутрішні зв'язки між елементами знань, але законспектувати ці зв'язки на лекції вони не можуть, тим більше, що лектор дає свої висновки й визначення понять. При відповіді на поставлене питання такий студент не може використовувати упущене в конспекті, він чи повинний домислювати сам, чи допрацювати з літературою. Але оскільки в підручниках трохи інші підходи й зв'язки, чим у лектора, то студенту важко умонтувати свої знання в рамки свого конспекту. Для студента створюється ситуація, у якій він не знає, як використовувати інформацію від різних джерел, і виникає невизначеність, багато в чому не залежна від нього, яка негативно позначається на якості підготовки фахівця.

У ході експериментальної роботи ми переконалися, що засвоєння знань йде значно ефективніше при наявності внутрішньої суб'єктивної мотивації навчання. Усякого роду побічні спонукання, як то, одержати “відмінно”, заробити стипендію, хоча і похвальні, але вони спотворюють задачу навчання і її кінцеву мету. Формування внутрішньої суб'єктивної мотивації у студента при його підготовці як фахівця, у процесі закладення фундаментальних знань, особливо з фізики, повинне бути підлеглим головній задачі, як лекції, так і лабораторно-практичні заняття – пробудженню широго інтересу до досліджуваного предмета і майбутньої професії. При цьому необхідно визначити місце й значимість досліджуваної теми з указівкою способу відтворення знань для досягнення найближчих і перспективних цілей. Іншими словами можна сказати, що ми пропонуємо студентам повну розгорнуту орієнтовану навчальну програму, засновану на

стратегічних напрямках професійної орієнтації. У цьому випадку, зрозуміло, що викладачам ми пропонуємо осмислити весь матеріал, що читається, підкоривши його кінцевій меті підготовки професіоналів. Як нам здається, і як показав досвід роботи, ці функції цілком досяжні при використанні структурно-логічних професійно орієнтованих схем.

Професійна спрямованість лекцій за курсом загальної фізики в запропонованому варіанті сприяє концентрації уваги студентів навколо головного – професійно значимих знань. Це стрижень у їх вузівській підготовці, що забезпечує якість досліджуваного предмета. Усе-таки ми не відкидаємо моменти, зв'язані з психологією засвоєння знань, оскільки характер засвоєння знань залежить від виду і його приступності в межах тих чи інших форм навчання, важко думати й жадати від лекцій граничного рівня якості. Реальність така, що на практичних і лабораторних заняттях студент більш активний і вільний у прийнятті самостійних рішень. Обмеження, які виникають на лекціях, цілком об'єктивні і не можуть бути зовсім зняті кваліфікацією лектора. Ми думаємо, що лекція, мета якої – формування початкової професійної спрямованості навчання, повинна містити функції у якийсь ступені відбиваючими лабораторно-практичні форми занять. Наприклад, ряд теоретичних положень можна розкрити на узагальненій задачі, у ході рішення якої проводиться теоретичне дослідження з прикладами лабораторних демонстрацій, і усе завершується формулюванням теоретичних положень лекцій.

# ДО МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ПИТАННЯ ПРО ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ВЕЛИЧИН

О.Й. Соколовський

м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет  
asokolov@ff.dsu.dp.ua

При вивченні курсу електродинаміки у різних його варіантах (електрика, технічна електродинаміка, тощо) важливим є питання про вірне і вільне використання системи одиниць вимірювання. Подальший матеріал відбиває досвід викладання цього питання на фізичному факультеті Дніпропетровського університету.

Розгляд цього питання повинен ґрунтуватися на основних законах електродинаміки. В основі електростатики лежить закон Кулона і означення електричного поля (точніше напруженості електричного поля)  $\vec{E}$

$$\vec{F} = \alpha \frac{qq_0}{r^3} \vec{r}, \quad \vec{F} = \alpha_0 q \vec{E} \quad (\alpha, \alpha_0 > 0). \quad (1)$$

Тут  $\vec{F}$  – сила, яка діє на заряд  $q$  з боку заряду  $q_0$  ( $\vec{r}$  – радіус-вектор заряду  $q$ , проведений з місця знаходження заряду  $q_0$ ),  $\vec{E}$  – електричне поле, яке утворює заряд  $q_0$ . Коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\alpha_0$  визначають одиницю вимірювання заряду  $q$  і електричного поля  $\vec{E}$ .

Довільна система зарядів складається з точкових, тому довільне електростатичне поле  $\vec{E}$  визначається рівняннями

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{4\pi\alpha}{\alpha_0} \rho, \quad \operatorname{rot} \vec{E} = 0 \quad (2)$$

( $\rho$  – густина заряду). Якщо програма курсу електродинаміки не дозволяє використовувати диференціальні векторні операції  $\operatorname{div}$ ,  $\operatorname{rot}$ ,  $\operatorname{grad}$ , подібні рівняння доцільно записувати в інтегральній формі (теорема Гаусса та теорема про циркуляцію  $\vec{E}$ ). Досвід показує, що навіть у шкільному курсі фізики це можливо.

В основі магнітостатики лежить формула для сили  $d\vec{F}$ , що діє на елемент  $d\vec{l}$  лінійного струму  $I$  з боку елемента  $d\vec{l}_0$  струму  $I_0$  та означення магнітного поля (точніше магнітної індукції)  $\vec{B}$

$$d\vec{F} = \beta \frac{I I_0}{r^3} d\vec{l} \times (d\vec{l}_0 \times \vec{r}), \quad d\vec{F} = \beta_0 I d\vec{l} \times d\vec{B}. \quad (3)$$

Тут  $\vec{r}$  – радіус-вектор елемента  $d\vec{l}$ , проведений з елемента  $d\vec{l}_0$ ,  $d\vec{B}$  – магнітне поле, яке утворює елемент  $d\vec{l}_0$  струму  $I_0$ . Перша формула об'єднує закони Біо-Савара-Лапласа і Ампера, друга виражає закон Ампера. Коефіцієнти  $\beta$ ,  $\beta_0$  визначають одиницю вимірювання струму  $I$  і магнітного поля  $\vec{B}$ . Звертає на себе увагу історично обумовлена відмінність точних назв полів  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$ .

Довільну систему струмів можна скласти з лінійних струмів, тому довільне магнітостатичне поле  $\vec{B}$  визначається рівняннями

$$\text{div} \vec{B} = 0, \quad \text{rot} \vec{B} = \frac{\beta}{\beta_0} \vec{j} \quad (4)$$

( $\vec{j}$  – густина струму). Як у випадку електростатики, іноді ці рівняння доцільно використовувати в інтегральній формі (теореми про потік та циркуляцію  $\vec{B}$ ).

Подальші кроки пов'язані з узагальненням рівнянь (2), (4) на випадок залежних від часу полів. Друге рівняння (2) узагальнює закон електромагнітної індукції Фарадея, який у диференціальній формі має вигляд

$$\text{rot} \vec{E} = -\gamma \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (\gamma > 0). \quad (5)$$

Наявність сталої  $\gamma$  пов'язана з тим, що одиниці вимірювання  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  вже визначені формулами (1), (3). Друге рівняння (4) узагальнюється введенням за Максвеллом струму зміщення  $\vec{j}_1$

$$\text{rot} \vec{B} = \frac{\beta}{\beta_0} (\vec{j} + \vec{j}_1). \quad (6)$$

Його наявності вимагає закон збереження заряду, який у диференціальній формі має вигляд

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\operatorname{div} \vec{j}. \quad (7)$$

Комбінуючи рівняння (6), (7) та першу формулу (2), за Максвеллом знаходимо вираз для струму зміщення  $\vec{j}_1$ , що згідно з (6) дає

$$\operatorname{rot} \vec{B} = \frac{\beta}{\beta_0} \left( \vec{j} + \frac{\alpha_0}{4\pi\alpha} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right). \quad (8)$$

У підсумку перші рівняння з (2), (4) та рівняння (5), (8) утворюють систему рівнянь Максвелла-Лоренца, які описують довільне змінне електромагнітне поле в вакуумі. В той же час формули (1), (3), які зв'язують сили і поле, залишаються справедливими і в загальному випадку. Однак більше значення ніж сила Ампера (3) має еквівалентна їй формула для сили Лоренца, яка діє на заряд, що рухається в магнітному полі.

Далі доцільно розглянути за Максвеллом електромагнітні хвилі, тобто змінне поле у випадку відсутності струмів та зарядів ( $\vec{j} = 0, \rho = 0$ ). Виходячи з рівнянь Максвелла-Лоренца, знаходимо хвильові рівняння для полів  $\vec{E}, \vec{B}$

$$\Delta \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0, \quad \Delta \vec{H} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = 0 \quad \left( c^2 = 4\pi \frac{\alpha\beta_0}{\alpha_0\beta\gamma} \right) \quad (9)$$

величина  $c$  має розмірність швидкості ( $\Delta$  – оператор Лапласа) і є швидкістю розповсюдження електромагнітних хвиль у вакуумі (швидкістю світла). Чисельне значення  $c$  залежить від вибору одиниць виміру довжини та часу і у сучасній фізиці обирається точно рівним [1]

$$c = 299.792.458 \frac{m}{сек}, \quad (10)$$

що робить величину метра і секунди залежними. Це є слушною ідеєю, оскільки з часом неточність визначення метра та секунди зробила позбавленим сенсу все більш точні вимірювання швидкості світла  $c$ .

Формула (9) є одночасно обмеженням на вибір сталих  $\alpha, \alpha_0, \beta, \beta_0, \gamma$  у рівняннях Максвелла-Лоренца. Вирази (1), (3) для електромагнітних сил та полів дають можливість зв'язати розмірності електромагнітних величин з одиницями вимірювання до-

вжин  $L$ , часу  $T$  і маси  $M$

$$[I] = \frac{[q]}{T}, [q] = \left( \frac{ML^3}{T[\alpha]} \right)^{1/2}, [\beta] = \frac{T^2}{L^2}[\alpha], [\gamma] = \frac{[\beta_0]}{[\alpha_0]},$$

$$[\vec{E}] = \left( \frac{M[\alpha]}{TL[\alpha_0]^2} \right)^{1/2}, [\vec{B}] = [\vec{E}] \frac{T[\alpha_0]}{L[\beta_0]}. \quad (11)$$

Таким чином, при побудові одиниць вимірювання електродинамічних величин обираються розмірності  $[\alpha], [\alpha_0], [\beta_0]$ . Чисельні значення сталих  $\alpha, \alpha_0, \beta, \beta_0, \gamma$  узгоджуються за допомогою виразу (9) для  $c$ .

Наведемо приклади систем одиниць в електродинаміці. В системі СІ обирають

$$L = m, T = \text{сек}, M = \text{кг}, [I] = A; \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \alpha_0 = 1, \beta = \mu_0,$$

$$\beta_0 = \gamma = 1; \quad \mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{\text{кгм}}{(\text{Асек})^2}, \quad \epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}. \quad (12)$$

При цьому запроваджують одиницю струму Ампер, чисельне значення якої визначає величина  $\mu_0$ . Величини  $\epsilon_0$  та  $\mu_0$  називаються відповідно електричною та магнітною сталими. Слід зауважити, що використання системи СІ в фізиці часто піддається критиці (див., наприклад, [2]).

В гауссовій системі одиниць (система СГС) обирають

$$L = \text{см}, T = \text{сек}, M = \text{г}; \alpha = 1, \alpha_0 = 1, \beta = \frac{4\pi}{c^2},$$

$$\beta_0 = \gamma = \frac{1}{c}. \quad (13)$$

При цьому незалежні одиниці вимірювання електродинамічних величин не запроваджуються.

#### Література

1. Review of Particle Physics / The European Physical Journal C. – 1998. – V.3. – P.1.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество. – М.: Наука, 1983. – 688 с.



# ЕЛЕКТРОННИЙ ПОСІБНИК З РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ (ТЕМА “ЗАКОНИ КІРХГОФА”)

Н.Л. Сосницька

м. Запоріжжя, Запорізький державний університет

Мета цього посібника – дати систематизований виклад найважливіших методів і засобів, що використовують при розв'язуванні задач з електрики та магнетизму за допомогою ЕОМ. Необхідність видання такого посібника зумовлена, на нашу думку, такими обставинами: протягом останніх років у зв'язку з подальшим удосконаленням системи освіти у нашій країні і бурхливим розвитком науки й техніки і, зокрема, фізики та її застосуванням відбулися певні зміни і у вивченні цієї науки. По-перше, воно стало глибшим, піднялося на вищий рівень, по-друге, знайшли широке застосування нові технології навчання. Тому виникли нові завдання і в галузі дидактики фізики. Одним з досить “вузьких місць” є розроблення окремих питань методики розв'язування задач з курсу загальної фізики. У зв'язку з цим ми поставили мету з'ясувати і проаналізувати прийоми та методи розв'язування задач з електрики та магнетизму, а також показати, як слід застосовувати їх при використанні комп'ютерної техніки.

Кожний розділ посібника ділиться на параграфи. Кожний параграф у свою чергу поділено на три пункти. У першому пункті викладено основні теоретичні відомості, знання яких потрібне для розв'язування задач з даної теми. Ці відомості викладаються досить коротко і являють собою лише зведення основних результатів, що стосуються теорії розглянутих питань. Це полегшить роботу читача, звільнивши його від потреби часто призупиняти процес розв'язування за рахунок пошуку потрібних формул у різних підручниках. Важливим є другий пункт, який містить виклад основних прийомів розв'язування задач з даної теми і поради щодо їх практичного застосування.

Нарешті, в третьому пункті ці методи ілюструються на конкретних задачах. Останні, як правило, підбрано із збірників задач, якими користуються на фізико-математичних факультетах ВНЗ, іноді, коли в збірниках задач відповідний розділ розробле-

ний недостатньо, подаються оригінальні задачі.

Слід підкреслити, що між окремими пунктами кожного параграфа існує тісний зв'язок, і часто межа між ними дуже умовна. В окремих випадках суть того чи іншого методичного прийому можна краще зрозуміти, аналізуючи конкретну задачу. Числові розрахунки в задачах проводяться в СІ.

Посібник відповідає програмі фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів. Він розрахований передусім на студентів стаціонару, але може бути корисним також студентам заочної форми навчання, викладачам ВНЗ різних типів, технікумів і середніх навчальних закладів.

Як би із методичної і дидактичної точок зору не класифікували комп'ютерно-орієнтовані задачі, всі їх типи за своєю сутністю зводяться до математичних моделей. Тому автори посібників для комп'ютерного навчання керуються наступними міркуваннями:

1. Головне в навчанні - це спостереження і дослід, труднощів в отриманні багатьох з яких дозволяє уникнути комп'ютер.

2. Моделювати досліди і задачі за допомогою ЕОМ доцільно в тих випадках, коли їх не можна показати, пояснити і описати простою мовою; можна спостерігати на досліді, але важко описати і швидко знайти кількісні закономірності; коли комп'ютер дозволяє проникнути глибше в сутність явища чи допомагає автоматизувати громіздкі обчислення.

З цих основних положень виходили і ми, коли опрацьовували шляхи вдосконалення методики розв'язування задач з електрики і магнетизму.

З методичної точки зору при розв'язуванні задач з електрики і магнетизму (зокрема з теми «Закони Кірхгофа») виявлено, що вони відносяться до задач:

1) у яких за однією формулою необхідно кілька разів виконувати обчислення;

2) у яких необхідно знайти екстремум функції;

3) для розв'язання яких необхідні числові методи обробки експериментальної залежності  $f(x)$ ;

4) що зводяться до диференціального рівняння;

5) з спектрального аналізу (розкладання в ряд Фур'є) і синтезу функції за відомим спектром;

б) що зводяться до розв'язування системи лінійних рівнянь.

Тому, враховуючи ці методичні особливості, ми пропонуємо при розв'язуванні задач з електрики і магнетизму використовувати ЕОМ.

Електронний посібник (ЕП) призначений для використання на практичних заняттях з фізики в профільних школах у 10 класах і на заняттях з курсу загальної фізики й електротехніки в педагогічних університетах.

При використанні посібника педагогічний ефект полягає в наступному: підвищенні міцності знань учнів (студентів); формуванні вмінь і навичок розв'язування задач з теми; у можливості оцінювати роботу кожного учня (студента) на занятті; раціональній економії часу при розв'язуванні системи рівнянь.

ЕП містить у собі: довідково-інформаційну систему; тренажер для розв'язування задач; обчислювальний засіб для рішення системи рівнянь; контролюючу систему.

Для успішної роботи з програмою учні (студенти) повинні знати поняття – сила струму, опір, напруга, вузол, галузь; закон Ома. Знання законів Кірхгофа і розрахунку ланцюгів методом законів Кірхгофа необов'язково, тому що програмою передбачена можливість самостійного вивчення цих питань. Крім цього учні (студенти) повинні вміти працювати з ЕОМ, знати клавіатуру, вміти користатися мишкою.

У процесі роботи з ЕП в учнів (студентів) формуються наступні знання, вміння, навички: знання законів Кірхгофа, методу розрахунку ланцюга за законами Кірхгофа, застосування законів Кірхгофа; вміння і навички розв'язування задач з теми й аналізу отриманого результату.

ЕП дає змогу оперативно оцінити й проаналізувати знання великої групи учнів (студентів). Програма веде статистичну обробку відповідей учнів (студентів). Це дає вчителю підстави зробити висновок про якість вивчення учнями теми.

Використання ЕП у навчальному процесі активізує пізнавальну діяльність учнів (студентів). ЕП збудовано таким чином, що для реалізації індивідуалізації навчання передбачено:

- самостійний вибір темпу зміни інформації;
- самостійний вибір послідовності вивчення матеріалу;
- можливість повернення до повторного вивчення матеріалу;

- наявність вказівок для подальших дій учня (студента);
- для реалізації емоційності;
- простий та зручний інтерфейс;
- наявність повідомлень про подальші дії учня (студента);
- врахування вікових особливостей учнів;
- розташовування на екрані навчального матеріалу згідно з логікою його вивчення;
- визначення коефіцієнта успішності дій учня;
- захист програми від некваліфікованих та неправильних дій учня;
- для реалізації наочності:
- інформація відповідає навчальним цілям;
- для довідкової інформації використається постійна зона екрану;
- початкова крапка сприйняття інформації в лівому верхньому куті екрана;
- дотримання принципів використання гамми кольорів – використовується на екрані одночасно не більше чотирьох кольорів з їх відтінками; яскраві кольори привертають увагу; рамки або вільний простір навколо інформації використовується для досягнення єдності зображень.

Конфігурація ЕОМ: Pentium 166 MHz, 32 Mb RAM, 800x600 SVGA Card, Mouse, Windows 95/98.

Інструктаж роботи з ЕП: починати працювати можна в будь-якій послідовності – головне пройти тест. Результати тесту записуються в електронний журнал. Але для успішного проходження тесту рекомендується почати роботу з меню «теорія», у якому можна ознайомитися з теоретичними питаннями з теми. Потім переходимо до меню «Задачі». У цьому меню приводиться приклад рішення стандартної задачі за допомогою законів Кірхгофа. Потім пропонується розв'язати задачу (рівень складності - простий), після успішного розв'язку цієї задачі переходимо до рішення більш складної задачі. По завершенню рішення переходимо до тесту. Тест починається з того, що необхідно увести своє ім'я. Після введення своїх реквізитів пропонується перше питання з 4 варіантами відповідей. Необхідно вибрати правильну, на ваш погляд, відповідь. Відповіді до питань підібрані таким чином, що до одного питання може бути кілька правильних відповідей.

Усього 10 питань. Після останнього питання виводиться результат про кількість правильних питань (у процентному співвідношенні).

При запуску exe-файла на екрані з'являється головне меню ЕП «Закони Кірхгофа» (Рис.1).

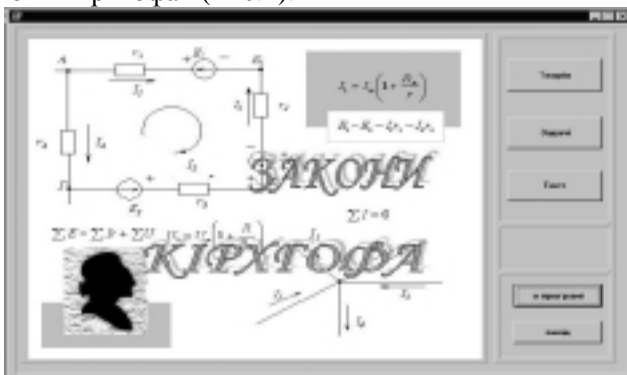


Рис. 1. Головне меню ЕП

Праворуч вертикально розташований ряд кнопок з назвами: теорія, задачі, тест, про програму, вихід. Натискання (лівою кнопкою мишки), яких дозволяє перейти у відповідні меню.

Ліворуч знаходиться малюнок, що ілюструє назву ЕП. У правому верхньому куті розташовані кнопки мінімізації і закриття вікна.

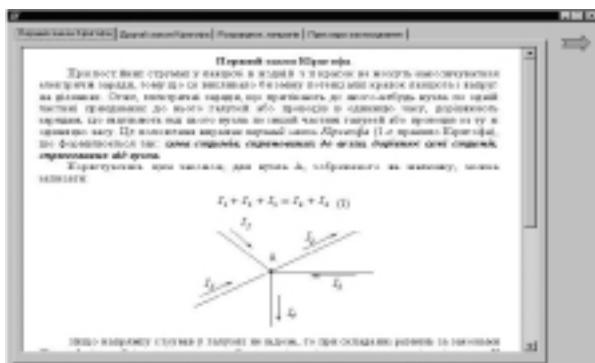


Рис. 2. Перший закон Кірхгофа

При натисканні кнопки «Теорія» відкривається меню (рис. 2), у якому розташований набір картотечних вкладок, що

частково перекривають одна одну – «Перший закон Кірхгофа», «Другий закон Кірхгофа», «Розрахунок ланцюгів», «Приклади застосування». Для того, щоб вибрати потрібну вкладку необхідно клацнути лівою кнопкою миші на її назві. Спочатку обрана вкладка «Перший закон Кірхгофа». Так як весь текст не вміщається в масштабах вікна, то передбачено вертикальна смуга прокручування, розташована праворуч. Це дозволяє самостійно регулювати швидкість вивчення матеріалу і дає можливість повернення до повторного вивчення матеріалу.

При виборі вкладки «Приклади застосування» на екрані з'являється список прикладів (рис. 3): метод компенсації, застосований для точного виміру ЕРС; місток Уітстона; потенціометр; послідовне з'єднання джерел ЕРС; паралельне з'єднання джерел ЕРС; розширення меж виміру приладів.



Рис. 3. Приклади застосування

Якщо підвести курсор мишки до будь-якого пункту списку, то курсор здобуває форму руки. Для вибору залишається тільки клацнути лівою кнопкою мишки. Відкривається вікно з обраним Вами текстом, яке також оснащено вертикальною смугою прокручування для зручності читання. Щоб повернутися в попереднє меню необхідно клацнути мишкою по кнопці з зображенням стрілки вправо.

Меню «Задачі» відкривається натисканням однойменної кнопки.

Для систем рівнянь, одержуваних у ході розв'язування задач,

використовується обчислювальний засіб для рішення СЛАР (система лінійних алгебраїчних рівнянь). Для того щоб нею скористатися потрібно, натиснути кнопку «розв’язування рівнянь». Після чого з’являється нове вікно. Перше, що необхідно зробити – це ввести кількість рівнянь у систему. Програма передбачає спробу введення невідповідної інформації (букви, арифметичні знаки), що супроводжується звуковим сигналом. Після натискання кнопки «ок» – з’являється новий рядок, у якому знаходяться осередки для введення коефіцієнтів 1-го рівняння. Аналогічним чином необхідно увести всі коефіцієнти рівнянь. Потім з’являється кнопка «Обчислюємо», натискання якої видає результат рішення системи рівнянь. На рис. 4 зображено приклад рішення рівнянь.



Рис. 4. Приклад рішення рівнянь

Система може мати неоднозначну відповідь, про що з’являється відповідна інформація. Якщо необхідно вирішити нове рівняння, то треба натиснути кнопку «нове рівняння», що знаходиться в головному рядку меню. Крім цього, існує можливість використовувати допомогу. Для чого потрібно натиснути кнопку  $F_1$  на клавіатурі чи кнопку «допомога» у рядку меню. Після виклику допомоги з’являється нове вікно, у якому описано, як користатися даним обчислювальним засобом. Для зручності читання передбачена вертикальна смуга прокручування. Щоб повернутися в попереднє вікно «рішення рівнянь» необхідно

клацнути мишкою по кнопці з зображенням стрілки вправо. Аналогічні дії для переходу в меню «Задачі».

У лівій верхній частині меню «Задачі» знаходиться умова задачі-прикладу (рис. 5).

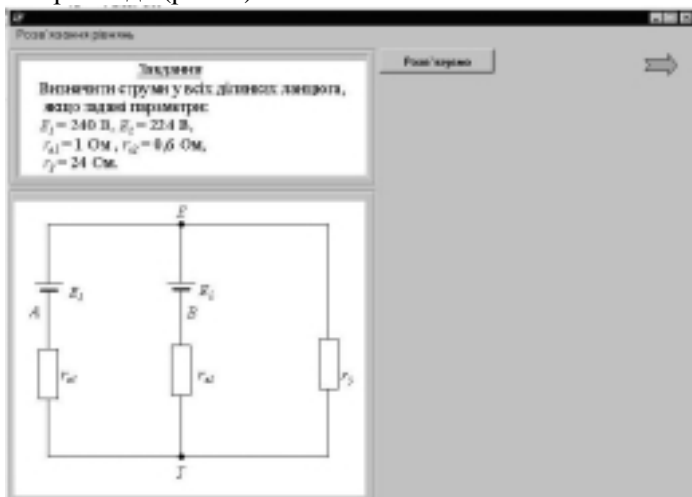


Рис. 5. Меню «Задачі»

Під ним розташований малюнок із зображенням схеми до задачі. Праворуч від умови знаходиться кнопка «Розв'язуємо», натискання якої викликає появу праворуч від схеми вікна «Рішення», де описано I етап розв'язування задачі. На схемі з'явилися стрілки червоного кольору, що показують напрямки струмів у ланцюзі. Під вікном «Рішення» знаходиться кнопка «далі», натискання якої дозволяє перейти до наступного етапу розв'язування задачі. Тепер у вікні схеми червоним кольором виділений вузол Б, що відповідає II етапу розв'язування задачі. Під вікном «Рішення» з'явилася ще одна кнопка – «назад», що дозволяє перейти до попереднього етапу розв'язування задачі. Щоб перейти до III етапу знову натискаємо кнопку «далі». У вікні «Рішення» освітлений етап 3.1, а у вікні схеми виділений червоним кольором контур АБВГА і напрямки його обходу (по годинній стрілці). Етап 3.2 – у вікні схеми аналогічним чином виділений контур ВБГВ і напрямки обходу контуру. Етап 4 – у вікні «Рішення» описаний останній етап розв'язування задачі. У вікні схеми зображені всі необхідні позначення для рішення за-



дачі. Натискаючи кнопку «далі», у вікні «Рішення» з'являється відповідь задачі

Після наступного натискання «далі», з'являється повідомлення, у якому пропонується вирішити наступну задачу. Натискаємо кнопку «ок». У вікні умови задачі з'явилася умова нової задачі, а під нею відповідна схема (рис. 6).

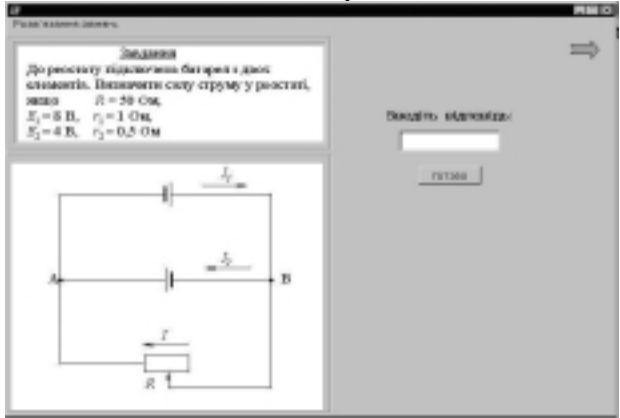


Рис. 6. Умова нової задачі

Праворуч розташований рядок, у якому пропонується увести відповідь до даної задачі.

Після того, як уведена відповідь, необхідно натиснути кнопку «готове». Якщо відповідь неправильна, то з'являється повідомлення про те, що відповідь невірна і пропозиція спробувати ще раз розв'язати цю задачу. Якщо відповідь правильна – пропозиція розв'язати наступну задачу. У вікні умов з'являється умова нової задачі, у вікні схеми – відповідна схема (рис.7).

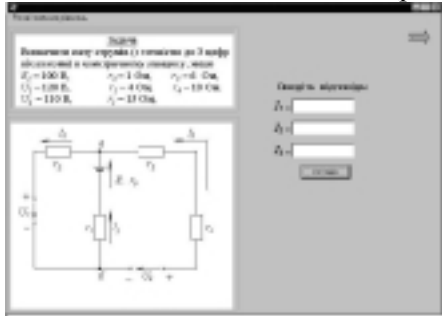


Рис. 7. Схема до задачі

Праворуч знаходяться три рядки для уведення відповіді (відповідно для струмів  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ). Якщо введена відповідь невірна – з'являється повідомлення «Відповідь неправильна. Спробуй ще раз». Якщо відповідь правильна – «Відповідь правильна. Молодець !!! Тепер можеш пройти тест».

З'являється нове вікно для проходження тесту. Тест починається з того, що необхідно увести своє ім'я в рядок, що знаходиться в лівій верхній частині вікна. Після того як введено ім'я і натиснута кнопка «почати» у правій частині з'являється питання, під яким розташовані 4 варіанти відповідей. Для того, щоб вибрати яку-небудь відповідь необхідно підвести курсор мишки до осередку, що знаходиться напроти потрібної відповіді і клацнути лівою кнопкою мишки. В осередку з'явиться галочка. Якщо необхідно змінити вибір відповіді – клацніть ще раз по тому осередку, де знаходиться галочка, і вона зникне. Після того як відповідь обрана – натисніть кнопку «готове» (рис. 8).



Рис. 8. Тест

З'явиться нове питання з 4 варіантами відповідей. Третє питання супроводжується малюнком, що знаходиться ліворуч від питання. Після того, як дана відповідь на останнє питання в лівій нижній частині з'являється повідомлення про результативність проходження тесту (кількість правильних відповідей у відсотках і оцінка) і пропозиція пройти ще раз тест. Результати проходження учнями (студентами) записуються в електронний журнал, кнопка доступу, до якого знаходиться в рядку меню (рис.9).

Для того, щоб вийти з меню «Тест» необхідно клацнути мишкою по кнопці з зображенням стрілки вправо. Після чого з'являється повідомлення з метою підтвердження виходу. Якщо Ви впевнені, що хочете вийти, натисніть «Так» і потрапите в головне меню, якщо ні – «Ні» і залишитеся в меню «Тест».



Рис. 9. Тест

Кнопка головного меню «Про програму» видає інформацію про назву програми, її авторів, дату розробки.

Кнопка «Вихід» дозволяє вийти з програми.

ЕП складається з 4 основних частин.

1. Довідково-інформаційна система, що передбачена для повторення і поглиблення знань, отриманих учнями (студентами) на попередніх заняттях чи для самостійного вивчення теми «Законо Кірхгофа». У даній частині програми учень (студент) може ознайомитися з наступними питаннями: перший і другий закони Кірхгофа, розрахунок ланцюгів методом законів Кірхгофа, приклади застосування законів Кірхгофа.

2. Тренажер для розв'язування задач сприяє формуванню в учнів (студентів) умінь і навичок розв'язувати задачі за допомогою законів Кірхгофа. Зміст цього тренажера становлять задача-приклад та дві задачі, згруповані відповідно до рівня складності, які необхідно розв'язати учню (студенту). Відповіді до задач вводяться в числовому вигляді.

3. Обчислювальний засіб для рішення СЛАР.

Задачі з теми «Законо Кірхгофа» зводяться до складання і розв'язування СЛАР. За допомогою цього засобу можна розв'язати будь-яку СЛАР і воно значно скорочує час необхідний для обчислень. Засіб містить допомогу, у якій пояснено, як

їм користатися і приклад рішення СЛАР.

4. Контролююча система виконує функцію контролю знань, умінь учнів (студентів), набутих у процесі навчання на уроці. Контролююча система подана тестовим завданням з вибором відповідей. Програма дає змогу оперативно оцінити й проаналізувати знання великих груп учнів. Програма веде статистичну обробку відповідей учнів (студентів).

ЕП написана мовою програмування Delphi 5. Запуск програми починається з відкриття файлу Kirchhof.exe у папці Закони Кірхгофа. Керування програмою здійснюється за стандартами роботи в середовищі Windows.

Розроблений ЕП дозволяє вдосконалити процес навчання, зв'язаний як з шляхом передачі навчального матеріалу, так і з методикою формування у учнів умінь самостійно набувати нові знання. Використання розробленої програми відкриває нові можливості при проведенні навчального дослідження в процесі вивчення законів постійного струму. При цьому учню надається можливість зконцентрувати увагу на найбільш важливих аспектах матеріалу: проведенні комп'ютерних експериментів при зміні параметрів. В цьому випадку процес навчання імітує процес наукового дослідження.

Контрольно-коректуюча частина програми призначена для перевірки та корекції засвоєння учнями (студентами) теоретичного матеріалу. Це може проходити або у формі тесту, або шляхом розв'язування задач.

#### Література

1. Сосницька Н.Л. Схема вивчення дидактичного блоку фізичної теорії на основі сучасних технологій навчання // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видав. відділ КДПУ, 2001. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики.– С. 324–334.
2. Сосницька Н.Л. Засоби реалізації нових педагогічних технологій у навчальному процесі з фізики // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Засоби реалізації сучасних технологій навчання. – Випуск 34. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. Винниченка. – 2001. – С. 236–241.

# ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ З ФІЗИКИ ДЛЯ ВИЩОЇ ТЕХНІЧНОЇ ШКОЛИ

Т.М. Точиліна

м. Запоріжжя, Запорізька державна інженерна академія

Завдання курсу фізики у вищому технічному навчальному закладі полягає, насамперед, у забезпеченні і подальшому оволодінні студентами спеціальними дисциплінами, вироблення вмінь застосовувати фізичні явища і закони при вирішенні інженерних задач. Загальна тенденція розвитку сучасної вищої технічної школи така, що в планах підготовки майбутніх фахівців технічних напрямків і спеціальностей фундаментальним дисциплінам відводиться все менше місця. Використання комп'ютерних інформаційних технологій у навчальному процесі дозволяє принципово перебудувати методику освіти, трансформувати її до сучасних умов значного потоку нової інформації при одночасному зменшенні годин на аудиторну роботу, при зростанні об'єму і ролі самостійної роботи. Це вимагає від викладача використання нестандартної, творчої освітньої технології. Першим кроком у цьому напрямку є розробка навчально-методичного комплексу.

Навчально-методичний комплекс (НМК) являє собою систему матеріалів, яка відображає модель навчального процесу і призначається для практичного використання викладачами і студентами. Він регламентує всі види навчальної діяльності студентів і значно полегшує роботу викладача за рахунок активного використання методичного забезпечення, що загалом сприяє інтенсифікації процесу навчання.

Перший етап розробки навчально-методичного комплексу визначає його складові компоненти.

Другий – створення й організацію навчально-виховного процесу на основі використання цього комплексу.

НМК повинний являти собою обґрунтовану і логічно пов'язану систему дидактичних, програмно-технологічних і організаційних компонентів, що забезпечують найбільш ефективне

і результативне досягнення цілей навчально-виховного процесу.

Структура і склад навчально-методичного комплексу з фізики визначається його педагогічною цільовою спрямованістю і оптимальним функціонуванням. При побудові комплексу додатково був врахований ряд конкретних вимог, пов'язаних з необхідністю відображення в ньому новітніх досягнень науки, техніки і технологій.

Необхідний склад компонентів визначається системою його дидактичних функцій. Дидактичні функції навчально-методичного комплексу складають систему ієрархічно взаємопов'язаних властивостей його компонентів, які всі разом виступають в органічній єдності для найбільш повного і послідовного здійснення освітніх, розвиваючих, виховних і професійних завдань навчання.

Сучасному комплексу з фізики з урахуванням диференціації навчання повинні бути властиві наступні основні дидактичні функції: інформаційно-освітня; експериментально-пошукова; мотиваційно-стимулююча; виховна; самоосвітня; спеціально-політехнічна; організаційно-методична; системно-інтегруюча.

Стисло розглянемо зміст дидактичних функцій.

*Інформаційно-освітня функція* розкриває суть предметного змісту і видів діяльності, що відповідає вимогам навчальної програми. Інформаційно-освітня функція розрахована на досягнення в процесі навчання фізики пізнавального й освітнього ефектів. *Експериментально-пошукова функція* сприяє активному формуванню творчої особистості. Практичне освоєння студентами науково – теоретичних положень фізики і перетворення знань у засіб для вирішення навчально-дослідницьких, а потім реальних експериментальних і практичних завдань. Людина, що вийшла з навчальної аудиторії в життя, повинна бути готова діяти, вирішувати завдання, а не тільки переказувати конкретний матеріал.

*Мотиваційно-стимулююча функція* забезпечує інтерес до предмета на основі активного використання нових технологій у навчанні.

*Виховна функція* сприяє активному формуванню меж гармонічно розвиненої особистості, що спирається на збагачення гуманітарного курсу фізики, знайомство з методологічними поняттями і принципами фізичної науки. Дана функція повинна спри-

яти формуванню наукового світогляду, розумінню значущості своєї роботи, почуття колективізму, відповідальності, а також запозятливості та ініціативи.

*Самоосвітня функція* формує у студентів бажання і вміння самостійно отримувати знання і об'єктивно їх оцінювати.

*Спеціально-політехнічна функція* забезпечує на глибоке усвідомлення того факту, що фізика є теоретичною основою техніки, виробництва і сучасних технологій.

*Організаційно-методична функція* забезпечує найбільш ефективно використання всіх засобів навчання, а також засвоєння додаткових інформації, що відносяться до предмета вивчення.

*Системно-інтегруюча функція* забезпечує дотримання суворої послідовності вивчення курсу фізики відповідно до логіки предмета, а також засвоєння обов'язкового навчального матеріалу з виділенням у ньому головного, істотного, що в цілому веде до цілісності знань студентів з предмету.

Поданий набір дидактичних функцій є відправним пунктом для розробки структури і функцій навчально-методичного комплексу.

Структура навчально-методичного комплексу подана на рис. 1.

Кожен компонент має своє наповнення. Дидактичне забезпечення включає не тільки стандартний набір: навчально-методичні посібники, методичні вказівки до практичних і лабораторних занять, тести і питання для контролю і самоконтролю, але і методи, способи, форми навчання і контролю, тобто технологію навчання.

Програмно-технологічне забезпечення включає обладнання сучасними комп'ютерами, технічними засобами навчання, наявність якісних комп'ютерних програм навчального призначення. Організаційне забезпечення являє собою спосіб побудови НМК з обліком раціонального регулювання часів, що відводяться для аудиторних занять, і часів, призначених для самостійної роботи студентів.

На рис. 1 відображено структуру навчально-методичного комплексу.



Рис. 1. Структура навчально-методичного комплексу

Основним компонентом навчально-методичного комплексу є навчальний посібник багатокomпонентної структури. Спираю-



чись на програму, він визначає зміст навчання, систему роботи студентів що до засвоєння знань і вмінь, а також значною мірою керує роботою викладача. При викладанні матеріалу автори повинні виконувати наступні вимоги:

- а) науковість змісту;
- б) доступність і наочність;
- в) послідовність і систематичність.

Головна функція посібника інформаційна. Він включає той зміст освіти, який повинен бути у тій або іншій мірі засвоєний студентами.

Навчальний посібник містить теоретичну і практичну частини.

Теоретична частина повинна бути складена з модулів відповідно до робочої програми дисципліни. При самостійному вивченні матеріалу, гарні результати може дати наявність контрольних питань, розташованих у тексті в міру вивчення матеріалу. Призначення цих питань – зняти, можливо, нерозуміння, що виникло, чи підкреслити те, що тільки що було прочитано, а також розвинути навички самостійного мислення. Читачу рекомендується затриматися на питанні і спробувати відповісти на нього. Можливість звірити свій варіант відповіді з правильним, дозволить глибше засвоїти прочитаний матеріал. Природно, що після вивчення теоретичної частини курсу повинна бути можливість оцінки і самооцінки рівня засвоєних знань. Для цього йому можуть пропонуватися підсумкові завдання у вигляді тестів. У залежності від кількості даних правильних відповідей студенту буде виставлена оцінка, тому запропоновані в посібнику тести можуть використовуватися викладачами при проведенні заліків, колоквіумів, іспитів та інших формах контролю знань.

Практична частина повинна являти собою не просто збірник задач, у якому наводяться їх рішення із традиційних розділів фізики і довідковий матеріал. Для того щоб навчити студента самостійно вирішувати задачі необхідно дати розгорнуте і систематичне застосування у процесі навчання узагальнених методів, загальнометодологічних принципів, загальних понять.

Такий підхід зв'язаний з тим, що кількість інформації одержуваної студентами у процесі навчання настільки велика, що вона практично не може бути засвоєна за відносно короткий те-

рмін, якщо її не упорядкувати на якійсь основі. Особливо це стосується студентів заочного і дистанційного навчання. Звідси впливає необхідність у створенні системи методів рішення задач, як системи загальних орієнтирів для здійснення самостійної діяльності студента, який вирішує задачу. Природно, практична частина посібника повинна містити докладний опис застосування цих методів до задач з фізики.

Також уявляється необхідним включення в цю частину курсу задач для самостійного рішення різного ступеня складності, які супроводжуються правильними відповідями і довідковим матеріалом. Наявність підсумкових завдань і можливість самотестування так само буде сприяти більш глибокому розумінню досліджуваного матеріалу. Вивчення практичного курсу повинно закінчуватися написанням відповідної кількості контрольних робіт, тому студент повинний мати доступ до варіанта своєї контрольної роботи, даної викладачем.

Запропоновані у посібнику завдання і тести забезпечують реалізацію проблемного методу навчання.

Інформаційний блок навчально-методичного комплексу має кілька складових частин:

- а) електронний посібник з курсу фізики;
- б) посібник для слухачів підготовчого відділення;
- в) посібник для викладача.

Електронний посібник являє собою електронний варіант друкарського навчального посібника, але має позитивні властивості. Це: компактність зберігання в пам'яті комп'ютера, можливість оперативного внесення змін і передачі на великі відстані по електронній пошті. Крім того, при наявності принтера, він легко перетворюється у тверду копію.

Електронний посібник дозволяє студенту самостійно вивчати предмет, тому особливо зручно його використовувати при заочній і дистанційній формах навчання.

За останні роки середній рівень підготовки учнів шкіл, ліцеїв, гімназій, ПТУ суттєво знизився. Без поновлення цих знань не може бути мови про якісне вивчення вузівської програми. Тому багато дорогоцінного аудиторного часу викладачі витрачають не за прямим призначенням, а на покриття прогалин шкільної освіти, на вивчення студентами найбільш необхідних положень з

фізики за програмою середньої школи. У склад НМК ми включили навчальний посібник для слухачів підготовчого відділення, який може бути корисним не тільки для слухачів підготовчих курсів, але і для студентів першого курсу.

Цей навчальний посібник повинен містити в собі теоретичні питання шкільного курсу фізики, приклади розв'язання задач з усіх розділів курсу, задачі для самостійного розв'язування, а також весь необхідний довідковий матеріал.

У методичному посібнику для викладачів необхідно розкрити особливості навчально-методичного комплексу з фізики, його зміст, варіанти планування вивчення даного курсу і його програму. Основою такого посібника є підготовлені на базі результатів дослідження теоретично обґрунтовані методичні рекомендації для вдосконалювання навчально-виховного процесу. Приводяться конкретні приклади застосування методів навчання і методичних прийомів на практиці. Методичний посібник розрахований на викладачів, тому повинен бути написаний гарною, живою літературною мовою, коротко, чітко і ясно. Це необхідно для того, щоб викладач при його гострому дефіциті часу прочитав його, а тим більше став застосовувати рекомендації, що містяться у ньому.

Блок фізичного експерименту містить матеріали, що повинні забезпечити можливість ознайомитися з лабораторними роботами, які йому необхідно виконати на заняттях, мати можливість заздалегідь ознайомитися зі схемами установки, з їх порядком виконання, методиками розрахунку досліджуваних величин і оцінки їхніх погрешностей, також вивчити контрольні питання й оформити журнал лабораторних робіт відповідно до пропонованих вимог.

Важко уявити собі повноцінну підготовку фахівця з більшої інженерних спеціальностей без його ознайомлення з реальними фізичними приладами й обладнанням і отримання навичок роботи з ними. Але при виконанні лабораторних робіт, для отримання результатів експерименту, багато часу йде на виконання трудомістких рутинних обчислювальних робіт. Також серйозною проблемою в зв'язку з обмеженням аудиторного часу, є проведення лабораторних робіт за заочною і дистанційною формами навчання. Анімаційний лабораторний практикум дозволяє

вирішити ці проблеми.

Комп'ютер дозволяє також провести експерименти, які неможливо включити в традиційний лабораторний практикум у зв'язку з труднощами в їхній постановці. Анімаційний лабораторний практикум підвищує наочність фізичних процесів і дозволяє проводити лабораторний практикум фронтальним методом.

При розробці комп'ютерного практикуму необхідно, насамперед, ретельно продумати постановку роботи з методичної точки зору (як і в якій послідовності її виконувати, як обробляти результати, що повинно виконуватися без допомоги комп'ютера і т.п.). Однак не менш важливо враховувати і психологічні особливості взаємодії людини не з реальним, а з віртуальним комп'ютерним середовищем.

У першу чергу – важливо продумана побудова інтерфейсу анімаційного практикуму. Під гарним інтерфейсом мається на увазі зручність роботи користувача з програмою – керуючі елементи розташовуються на екрані зручно, супроводжуються пояснювальним текстом. Програма не повинна заважати користувачу зайвими питаннями, він повинний мати можливість скасувати невірні дії.

Крім зручного інтерфейсу, важливу роль грає графічне оформлення. З його допомогою можна звернути увагу на ключові моменти навчального матеріалу, виділивши кольоровим шрифтом потрібні слова чи фрази.

Величезне значення має якість динамічної графіки. Використання неякісної анімації може привести до того, що у студента складеться неправильне уявлення про процес, що відбувається. Наближена ж до реальності анімація допомагає студенту краще розібратися у явищі. Добре оформлений практикум доставляє естетичне задоволення і стимулює пізнавальний інтерес студента.

І, нарешті, необхідно враховувати особливості сприйняття тексту з екрана монітора. Фізіологічні особливості людського зору такі, що комп'ютерний текст гірше засвоюється і стомлює очі. Тому основний обсяг теоретичного матеріалу варто додавати до практикуму у вигляді друкованих методичних розробок.

Говорячи про електронне втілення лабораторного практикуму, не можна не відзначити, що для багатьох майбутніх дослід-

ників-фізиків дуже важливі навички роботи з експериментальним устаткуванням, і навіть найкращий комп'ютерний досвід не може цілком замінити реальний. Тому не слід думати, що згодом віртуальний практикум витисне традиційний. Переносити на комп'ютер варто ті експерименти, які з якої-небудь з перерахованих вище причин неможливо проводити звичайним способом. Найбільш вигідним підходом є поєднання традиційного практикуму з комп'ютерним.

Упровадження в навчальний процес віртуального лабораторного практикуму робить курс фізики більш привабливим і дозволяє зробити заняття динамічним і цікавим.

Побудований у такий спосіб навчально-методичний комплекс приводить до зміни структури навчального матеріалу й організації його засвоєння студентами, що дає можливість:

- а) підвищити якість, кількість, інтенсивність і керованість навчального процесу;
- б) диференціювати процес навчання;
- в) розвивати дослідницькі, творчі навички, формувати самостійність як інтегративну якість роботи;
- г) здійснювати регулярний контроль.

#### Література:

1. Швець Є.Я., Оселедчик Ю.С., Світанько М.В. Інтерактивна тестуюча та навчальна система із загальної фізики. // Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції, Хмельницький.

2. Самойленко П.И. Повышение эффективности обучения физике: Учебно-методическое пособие. – М.: Высш. шк., 1993.

## ПРОГНОЗУВАННЯ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ – КЛЮЧ ДО НАУКОВОГО УПРАВЛІННЯ

З.Ю. Філер

м. Кіровоград, Кіровоградський державний педагогічний університет ім. Володимира Винниченка

Ще у ХІХ стор. стала зрозумілою наявність впливу сонячної активності (СА) на врожайність основних сільськогосподарських культур, а через це – на циклічність економічних криз (В. Гершель, У.С. Джевонс). З 1915 р. **О.Л. Чижевський** досліджує вплив СА на соціальні процеси [1], показує циклічність всесвітньо історичного процесу. На основі аналізу архівних даних з 5-го віку до нашої ери до початку 20-го стор. він встановлює наявність **історично-метричного циклу**, який триває в середньому 11 років й синхронний з відповідним циклом СА. Етап **спокійного Сонця** забезпечує трирічний спокій у суспільстві (“од молдованина до фінна на всіх язиках все мовчить...” та “народ безмолвствует”); на дворічному етапі **підйому** СА інтелегенція висловлює “веління часу”, підбурює народ, веде пропаганду, кличе до змін; в 3 роки **бурхливого Сонця** відбуваються корінні зміни у суспільстві, бо **маси діють**. Наступні 3 роки **спадку СА** сприяють затуханню бурхливих процесів у суспільстві, що пояснюють тим, що “**народ втомився**”.

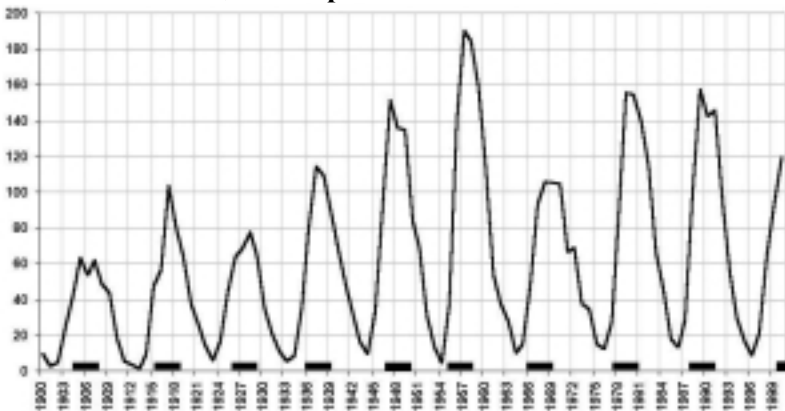


Рис.1

Графік (рис. 1) кількісної характеристики СА – середньорічних чисел Вольфа показує, що бурхливими у ХХ стор. були 1905-07, 1917-19, 1927-29, 1937-39, 1947-1949, 1956-58, 1967-69, 1978-80, 1989-91. Всім зрозумілі збіги цих дат з часами війн, революцій та соціальних потрясінь. Зараз продовжуються часи етапу бурхливого Сонця у 23-му циклі, який почався з 1997 р. Знання законів циклічності СА й відповідних наслідків для природи й суспільства дозволяє враховувати їх при стратегічному плануванні (на 5, 10, 20 років). Магнітна природа плям веде до необхідності розглядати 22-річні цикли (рис. 2).



Вплив далеких планет веде до модуляції коливань СА з великими періодами. Короткоперіодичні зміни СА визначають **поточні зміни погоди, здоров'я, увагу, поведінку й агресивність** людей, можливість аварійних ситуацій, надзвичайних подій. Якщо довгоперіодичні “хвилі” СА прогнозують з точністю до 1-2 років, то навколорічні цикли (27-29 діб) (рис. 3) прогнозувати значно важче, бо **випадкова** складова щоденних чисел Вольфа, пов'язана з турбулентними процесами у фотосфері, мабуть, не є малою. Без розуміння **фізичних причин** змін на Сонці неможливо створити надійні методи прогнозу СА, а тому й **наслідків** для природи, людини й суспільства.



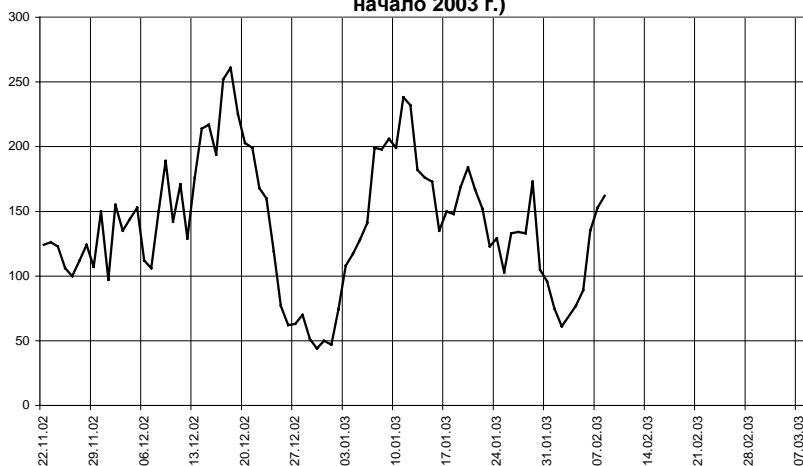
**Рис.3**

Індикаторами СА є кількість та купність **плям** на видимому сонячному диску або їх **площа**; корелює з ними й інтенсивність **випромінювання** Сонця у радіо- та рентгенівському діапазоні й кількість **спалахів** на Сонці. Щоденні дані про них можна отримати в Інтернет. Автор є прихильником **планетної** гіпотези причин змін СА, пов'язуючи відносний рух **поверхні Сонця** й ближніх планет (Меркурія, Венери й Землі з Місяцем). Досі недооцінювався вплив Місяця на утворення плям через відносно малу його масу. Але період обертання Місяця навколо Землі дуже близький до періоду обертання шарів на поверхні Сонця, в яких спостерігаються плями, що й може вести до резонансних явищ у механічних хвильових процесах в зоні магнітних торів, вмерожених у сонячну речовину. Автору вдалося побудувати регресійні рівняння для чисел Вольфа, які містять гармоніки відносних частот обертання Сонця й вказаних планет. Нелінійність процесів на Сонці веде до необхідності врахування супергармонік збудження. При врахуванні 4 кратних частот відхилення за **фазою** були несуттєвими й не перевищували 1-2 доби, відхилення за **величиною** були **значними** лише в деякі дні. Збільшення кількості гармонік до 8 покращало наближення (інтерполяцію) чисел Вольфа за останні 4-5 місяців. Як всяка екстраполяція, прогноз на великий проміжок не дуже надійний за величиною,



але **фази** наступних “місячних” циклів він передає непогано. Автор будує прогнози СА та її наслідки з початку 90-х років, направляючи їх в газети СРСР, України й Росії. В кіровоградських часописах друкуються регулярні прогнози автора з учнями на наступний рік, місяць, на найближчі роки [2]. Більш детальні прогнози з 1993 р. передаються в обласну держадміністрацію, направляються в Мінсільгосп. Автором ініційовано проведення 1995 р. в інституті “Агроресурси” наукового семінару по прогнозуванню агрометеочинників до 2005 р. Для прогнозування наслідків пропонується параметричний регресійний аналіз досліджуваного фактора разом з СА. Звичайні регресійні рівняння тут непридатні через майжеперіодичність цих випадкових процесів та асиметрію законів наростання та спадання СА. В доповіді наводяться численні приклади сонячно-земних зв’язків та впливу СА на різні процеси. До роботи залучаються студенти. Крім гурткової та індивідуальної наукової роботи студентів, автором читалися спецкурси для студентів-математиків, фізиків, істориків й окремі лекції для студентів інших спеціальностей. В доповіді висвітлюється досвід автора у пропаганді ідей Чижевського серед студентів, населення й державних службовців. Наведені значення характеристик СА та її наслідків до останніх днів, прогнози **погоди та врожаїв** на 2002-03 рр., концептуальні прогнози соціально-політичних процесів.

**Суточные числа Вольфа по данным НАСА (конец 2002 г. - начало 2003 г.)**



На рис. 4 показані зміни СА останнього часу. Найближчий локальний максимум СА ми очікуємо 16–17 лютого. Останній мінімум, як ми й “планували”, пройдено 2–3 лютого. Схоже, що ніхто, крім нас, не наважується прогнозувати щоденні зміни СА. Так, відомий інститут ИЗМИРАН у Росії дає лише прогноз найближчого середньо тижневого значення чисел Вольфа та ймовірність сонячних спалахів на тиждень [3].

1. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. – Калуга: Гублит, 1924. – 72 с.

2. Филер З. Жизнь по Солнцу // Ведомости плюс, Кировоград, 24.01.03. – С. 3.

3. Ишков В. Прогноз лаборатории ИЗМИРАН // <http://www.qrz.ru/solar/izmiran.phtml>

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ВИВЧЕННЯ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ ЗАСОБАМИ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

О.В. Харченко, В.Г. Гриценко  
м. Черкаси, Черкаський державний університет  
ім. Б. Хмельницького

Розбудова системи освіти в Україні вимагає переорієнтації існуючої організації освіти, змісту, методів і засобів навчання та виховання вимогам нової, високотехнічної цивілізації, яка вступила в інформаційне, комп'ютерне тисячоліття, де первинними факторами стають знання, досвід, ціннісні орієнтації людини, її пізнавальна і творча активність, готовність до неперервної освіти. Сучасні комп'ютерні засоби дозволяють підвищувати пізнавальну активність студентів. Унаочнення різноманітних фізичних процесів за допомогою програмних засобів дозволяє зробити процес пізнання більш емоційним та як наслідок цікавим. Використання педагогічних програмних засобів моделювання фізичних процесів надає змогу диференційовано підходити до розв'язування задач під час вивчення фізики з урахуванням можливостей студента, рівня його обізнаності з відповідним теоретичним матеріалом, рівня оволодіння методами роботи з комп'ютером.

Використання засобів НІТ обов'язково включає операційну компоненту діяльності, яка притаманна будь-яким апаратним та програмним засобам і потребує деяких мінімальних знань, які лежать за межами предметної галузі навчання (зокрема фізики) та хоча б початкових навичок спілкування з комп'ютером. Використання інтерактивного режиму роботи із засобами НІТ, дає можливість студенту спостерігати за зміною графічного образу досліджуваного об'єкту та допомагає ототожнювати графічний образ з відповідним фізичним процесом, надає можливості самостійно коригувати стратегію навчальної діяльності. Вміння віднаходити в графічних образах корисну інформацію і включати її в подальшу навчальну діяльність є найголовнішим аспектом використання графічних зображень у навчальному процесі. Особливу увагу при використанні графічних зображень слід приділя-

ти їх фізичній суті, інакше деякі студенти, захоплені одержанням і дослідженням тих чи інших графіків, забувають про фізичний зміст задачі.

Швидкий темп науково - технічного прогресу спонукає до широкомасштабного впровадження комп'ютерної техніки у різні сфери людської діяльності, що породжує проблему раціонального її використання. Педагогічний аспект цієї проблеми стосується завдань, пов'язаних зі створенням програмного забезпечення і розробкою методики його застосування в навчальному процесі.

Отже, розглянувши різні аспекти використання ЕОМ в навчальному процесі, вважаємо за потрібне акцентувати увагу не тільки на потенціалі ЕОМ, але й на створенні відповідних педагогічних програмних засобів та банків даних з них. Адже саме вони створюють передумови ефективного використання комп'ютерної техніки в навчальному процесі.

Зважаючи на це, ми намагаємось зарадити проблемі стосовно навчання фізики, зокрема, фізики твердого тіла.

Вивчення рентгеноструктурного аналізу в курсі фізики твердого тіла є невід'ємною частиною послідовного, глибокого засвоєння студентами необхідних фахівцям даної галузі знань. З бурхливим розвитком комп'ютерної техніки, з'явилася нагода інтенсифікувати процес опановування основними принципами рентгеноструктурних методів дослідження та аналізу. Дана методика дає можливість наочно показати сутність процесів отримання, обробки та аналізу експериментальних результатів, їх зв'язок з теоретичним курсом. Обробка експериментальних даних рентгеноструктурних досліджень може бути значно прискорена і не вимагати від дослідника спеціальної підготовки за умови комп'ютерної оптимізації цього процесу.

Саме з цих міркувань, нами вперше в середовищі Delphi було створено програмний засіб, який дозволяє не лише обробляти експериментальні дані [4,5], а й візуалізувати та коментувати всі етапи їх обробки. Програма бере на себе всі рутинні операції, які не є предметом вивчення [2], а система численних вказівок і застережень значно спрощує роботу користувача.

Дані реального експерименту заносяться у вигляді графічного 8-бітного файлу з розширенням BMP. Після аналізу графічного зображення автоматично виділяється дифракційний профіль,

апроксимується, знаходиться точно положення дифракційних максимумів, визначається їх півширина та концентрації компонентів [1, 4]. Результати обробки виводяться в графічному вигляді та коментуються їх основні етапи. Від користувача вимагається лише ввести графічний файл у програму, вказати (або вибрати із запропонованих) довжину хвилі антикатаода, ввести індекси Міллера для отриманих максимумів і час відпалу для даної дифрактограми [3].

Вся робота від завантаження файлів і до отримання остаточних результатів розділена на кілька етапів, таким чином, користувач може спостерігати і контролювати всі стадії обробки даних. У процесі дослідження візуалізується положення отриманих максимумів і їх півширина.

Після запуску програми відображається вікно, на якому розміщені всі елементи управління: перемикання між робочими вікнами, панель введення даних, панель інструментів і деякі інші елементи.

На початку роботи потрібно відкрити графічний файл з зображенням рентгенівського профілю. На графічний файл накладаються деякі обмеження, зокрема, він має бути збережений у 8-бітному BMP форматі з 256-ма відтінками сірого кольору. Крім того, файл з рисунком повинен містити лише дифракційний профіль з мітками двох опорних кутів  $2\theta$  (без осей, координатної сітки і будь-яких інших поміток).

Вибране графічне зображення розміститься у вікні “Профіль”. Для його обробки передбачено два незалежні процеси. Спочатку потрібно виконати перший процес обробки, натиснувши відповідну клавішу на панелі інструментів. В даному випадку відбувається завантаження графічного файлу в пам’ять, пошук опорних кутів  $2\theta$  і введення значень цих кутів, виділення з отриманих даних рентгенівського профілю і згладжування цього профілю. Згладжування відбувається за допомогою сплайн-апроксимації. Після чого апроксимована крива повністю співпадатиме з рентгенівським профілем.

Програма автоматично знаходить положення максимумів і відмічає їх зеленими вертикальними лініями. Якщо виникає необхідність самостійно відмітити максимуми, то для цього в меню передбачено пункт “Параметри\Пошук максимумів\ Вручну”.

Наступним кроком в обробці профілю є введення відповідних даних, зокрема, вибір довжини хвилі антикатада рентгенівської трубки, індексів Міллера та відносної інтенсивності для кожного з отриманих максимумів і часу відпалу зразка. Передбачена можливість обробки не всього графіка, а лише окремої його частини, для цього необхідно виставити відповідні мітки на границі області дослідження (рис. 1).

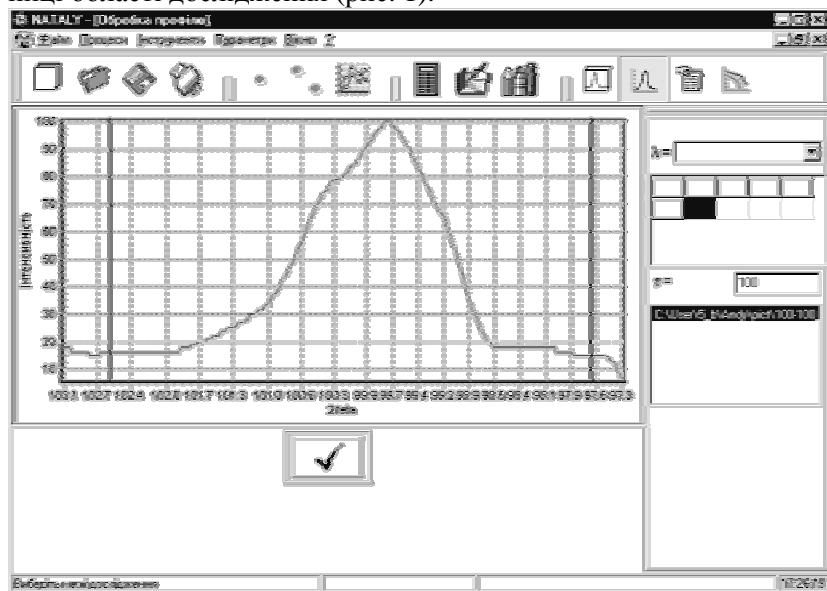


Рис. 1. Процес обробки

Запуск другого процесу відбувається натисканням відповідної клавіші, що ініціює автоматичне виділення фону, та знаходження півширини максимуму. За отриманими даними визначається стала ґратки [4] для компонентів зразка та їх концентрація (рис. 2).

Програмою передбачена можливість послідовної обробки низки профілів одного зразка, які отримані для різних часів відпалу. Для цього їх потрібно послідовно завантажити у програму і обробити за раніше наведеним алгоритмом.

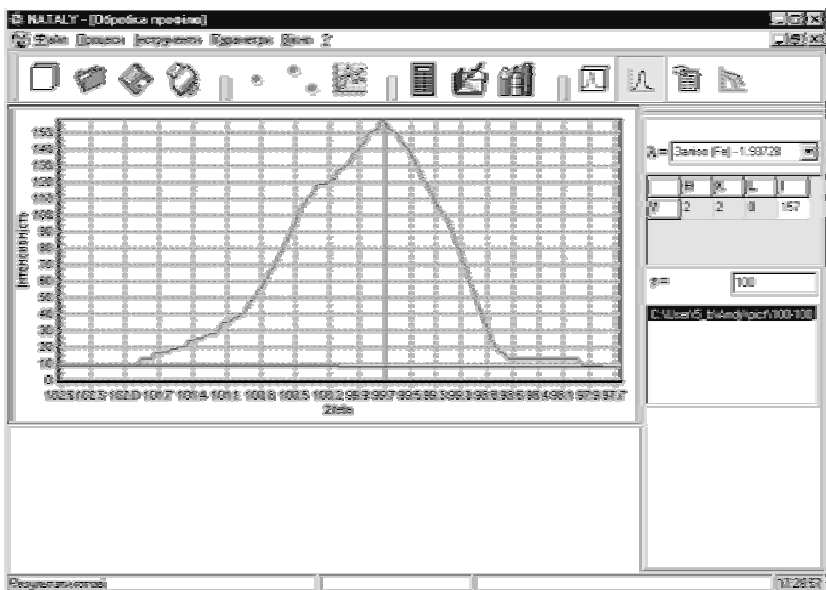


Рис. 2. Результати обробки

Для такого способу обробки програма будує графічні залежності півширини максимумів і сталої ґратки від часу відпалу. Відповідні графіки можна спостерігати у вікні “Графічні результати обробки”.

Панель списку профілів дає можливість продивлятися вибрані профілі, додавати профіль до списку (клавіша <Insert>), видаляти профіль зі списку (клавіша <Delete>).

Після виконання всіх обрахунків програмою передбачено виведення отриманих результатів у текстовому форматі (вікно “Результати обробки”).

Дана програма передбачає обробку та аналіз однокомпонентних порошоків (рис. 3) [4]. Це реалізовано в пункті меню “Файл\Однокомпонентні” з наступною обробкою за запропонованим раніше алгоритмом.

За умови статусу навчального програмного засобу створена нами програма може використовуватись в науково-дослідній роботі студентів та викладачів, що не потребує додаткової специфікованої підготовки.

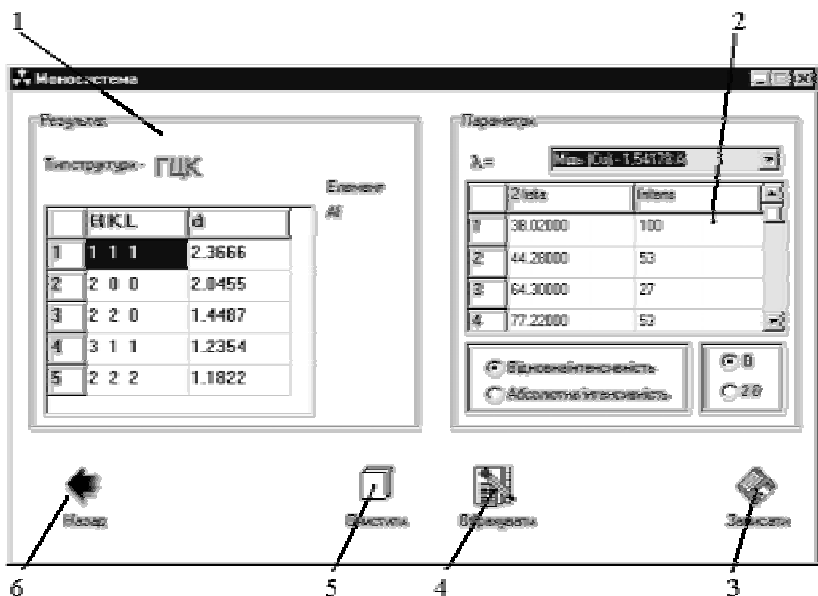


Рис. 3. Обработка однокомпонентных порошков

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 – результаты обработки;        | 4 – виконати обрахунки;            |
| 2 – параметри обробки;           | 5 – нове дослідження;              |
| 3 – зберегти результати обробки; | 6 – повернутися до головного вікна |

Література:

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. В 2-х томах. - Том 2. – М.: Мир, 1979. – 422 с.
2. Гинье А. Рентгенография кристаллов. – Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. – 315 с.
3. Радченко А.И. Диффузионные расчеты для порошковых смесей. – Киев: Наукова думка, 1969. – 102 с.
4. Русаков А.А. Рентгенография металлов. – М.: Атомиздат, 1977. – 479 с.
5. Хайкер Д.М., Зевин Л.С. Рентгеновская дифрактометрия. – М.: Физматгиз, 1963. – 253 с.



## МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ СЕМЕСТРОВИХ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТВОРЧИХ ЗАВДАНЬ З ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

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

Основне завдання школи, ліцею, гімназії – навчити учня мислити, думати, аналізувати. Це вміння формується в учня, як правило, стихійно, під впливом різноманітних факторів. Мистецтво вчителя саме і полягає в тому, щоб допомогти дітям навчитися мислити творчо, самостійно, нестандартно; розвивати їх уяву, кмітливість та винахідливість. Шляхи розв’язання цієї проблеми кожен вчитель шукає, виходячи з конкретних умов, і шляхи ці різноманітні. Предмети природничого циклу мають особливо великий потенціал щодо формування творчої особистості.

З іншого боку, існуючі навчальні програми з природничих дисциплін, традиційні методи викладання, типові задачі, стандартні лабораторні роботи – все це знижує інтерес учнів до навчання. Як же бути? Який вихід з цієї ситуації?

Один з можливих варіантів подолання цієї “стандартизації” – система семестрових індивідуальних творчих завдань з фізики, математики, інформатики, яка практикується в Дрогобицькому педагогічному ліцеї.

У чому ж їх особливість?

Семестрові індивідуальні творчі завдання – це оригінальні проблемні питання, для розв’язку яких необхідне проведення досить глибоких теоретичних, а інколи й практичних досліджень. Знання традиційних методів підходу до розв’язку тут недостатне. Потрібно виявити елементи творчого мислення – зокрема логіку, аналіз, наочно-образне мислення, вміння абстрагуватися.

На початку семестру учням пропонуються теми індивідуальних творчих завдань з даного предмету, що узгодженні з темами навчальних програм. Кожен учень, вибравши завдання, повинен сам зробити необхідні припущення та обґрунтувати їх, самостійно вибрати модель опису та алгоритм розв’язку, проаналізувати отримані результати, оцінити їх реальність – тобто пройти

поетапно всі ланки комплексної науково-дослідницької роботи.

Однак розв'язування поставленої задачі – це лише перший етап. Наступний – її захист. Він відбувається у формі дискусії. На початку проводиться жеребкування, внаслідок чого учасники дискусії поділяються на пари: доповідач-опонент. Кожен учасник повинен виступити по чергово в кожній з цих ролей. Максимально можлива кількість балів за семестрове індивідуальне творче завдання – 120 (відповідно до впровадженої в Дрогобицькому педагогічному ліцеї модульно-рейтингової системи оцінювання знань учнів). З них за доповідь – до 70 балів, за опонування – до 30 балів, за участь у полеміці – до 20 балів.

*Регламент дискусії:*

Виступ доповідача – до 7 хв.;

Запитання опонента та інших учнів до доповідача – до 5 хв.;

Виступ опонента – до 3 хв.;

Заклучна полеміка – до 4 хв.;

Виставлення оцінок – до 1 хв.

Виступ доповідача полягає у висвітленні суті розв'язку поставленої проблеми та акцентуванні уваги слухачів на основних ідеях та висновках.

У своєму виступі опонент висловлює критичні зауваження стосовно доповіді, виявляє неточності та відзначає позитивні моменти.

*Критерії оцінювання виступу доповідача:*

- науковий рівень розв'язку, елемент творчості та оригінальність ідеї – 35 балів;
- вміння викласти суть та ідею розв'язку, дотримання регламенту, стиль та грамотність – 20 балів;
- вміння дати аргументовані відповіді на поставлені запитання, відстоювання власних поглядів – 15 балів;

*Критерії оцінювання виступу опонента:*

- критичні зауваження (позитивні відгуки) стосовно доповіді та їх аргументація – 15 балів;
- вказування на неточності або помилки в ході розв'язку, недоліки ідеї – 15 балів.

Після виставлення оцінок учасники дискусії міняються ролями. Потім у дискусію вступає інша пара і т.д. Слід зазначити, що оцінка за участь у полеміці виставляється за активність про-

тягом усіх дискусій.

Позитивним під час захисту семестрових індивідуальних творчих завдань у формі дискусії є те, що учні вчаться аргументовано та коректно вести наукову полеміку, розвивають вміння спілкуватися, не лише говорити але й слухати і чути. Саме ці якості є більш важливі, ніж просто вміння розв'язати типову задачу або завчити конкретний матеріал.

*Картка для оцінювання індивідуальних результатів ліцеїста*

№ п/п	Прізвище, ім'я учня	Критерії оцінювання						
		Доповідь			Опонування		Участь у дискусії	Сума
		Науковий рівень розв'язку, елемент творчості та оригінальність ідеї	Вміння вик. суть та ідею розв'язку, дотримання регламенту, стиль та грам.	Вміння дати відповіді на поставлені запитання, обґрунт. власних поглядів	Критичні зауваження стосовно доповіді та їх аргументація	Вказівка неточностей або помилок в ході розв'язку, недоліки ідеї		
		35	20	15	15	15	20	120

*Приклади завдань:*

1. “Доріжка”. Оцініть, застосовуючи оптичні методи, загальну довжину інформаційної доріжки на компакт-диску.

2. “Далеке та близьке”.

Дивись у далечінь – побачиш далечінь,

Дивись у небо – побачиш небо,

Подивись у маленьке дзеркало - побачиш лише себе.

А що можна побачити, якщо розміри дзеркала мають порядок довжини світлової хвилі?

3. “Слід”. По небу пролетів реактивний літак, залишивши за собою слід. Через який час цей слід розсіється?

4. “Універсальна лінза”. Яким повинен бути показник заломлення середовища, щоб майже всі світлові промені, що відправлені практично з будь-якої точки, фокусувалися в іншій?

5. “Сонячний зайчик”. Як залежить форма сонячного зайчика від геометричних характеристик дзеркала і взаємного розташування дзеркала та екрану.

Описана система семестрових індивідуальних творчих завдань впроваджена в Дрогобицькому педагогічному ліцеї на уроках фізики, інформатики та математики. Десятирічний досвід її використання дозволяє стверджувати, що семестрові індивідуальні творчі завдання є ефективним засобом розвитку інтелектуальних та творчих здібностей учнів.

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ АККРЕДИТАЦИИ**

В.И. Цоцко

г. Днепропетровск, Днепропетровский государственный аграрный университет

Физика является не только наиболее фундаментальной наукой о природе, определяющей у студентов научное мировоззрение и профессиональную ориентацию, но и наукой высочайшего уровня развития, интеллектуальным продуктом цивилизации, слоем культуры и неиссякаемым источником новых идей и технологий. Периодическая оценка качества преподавания физики, сравнение его различных форм и уровней позволяет надежно сохранить накопленное человечеством физическое знание, сделать своеобразную профилактику его от «запыленности» и стимулирует совершенствование «элементарного языка» природы.

Анализировались содержание, методы, формы и средства обучения физике на факультете механизации (ФМ) сельского хозяйства и в техникуме электрификации (ТЭ) сельского хозяйства Днепропетровского государственного аграрного университета (ДГАУ). И на ФМ, и в ТЭ физика преподается на первом курсе в течение одного учебного года согласно типовым программам [1] и [2].

Общий объем аудиторного времени, отводимый на изучение курса физики на ФМ, составляет 136 ч., в ТЭ – 184 ч., в 1,35 больше, причем механика только коротко повторяется. Принципиальное отличие формы обучения в техникуме от университета заключалось в том, что чистых лекционных занятий не проводилось, в здании ТЭ нет даже аудиторий, вмещающих более одной студенческой группы. Основным видом занятий в техникуме являлись лекционно-практические занятия в группах. Периодически к ним добавлялись лабораторные работы. Лабораторные работы выполнялись полной академической группой на выставленных одной-двух лабораторных установках. В отличие от университетского практикума, индивидуальная работа со студентами техникума в процессе таких занятий была минимальной. В

ТЭ для усиления выразительности средств обучения физике в процессе лекционно-практических занятий моделировались фрагменты диалоговой формы преподавания [3].

При изучении списков рекомендованной литературы в программах [1] и [2] бросается в глаза недостаточная обеспеченность современной учебной литературой по физике как техникумов, колледжей, так и университетов. Для средней школы, в этой связи, можно отметить яркую серию учебников по физике под редакцией Е.В. Коршака, например [4].

Результаты сдачи экзаменов по физике в 2002 г. 48 студентов ФМ и 52 студентов ТЭ показали в 1,55 раза более высокую успеваемость студентов университета: их средний балл по отношению к самой высокой оценке составлял 0,775 – против 0,5 у студентов техникума (качество знаний на ФМ оценивалось по 5-бальной системе, а в ТЭ – по 12-бальной). При этом разброс оценок у студентов техникума был вдвое ниже, чем у студентов университета. Стандартное (среднеквадратичное) отклонение оценки в относительных единицах составляло соответственно 0,1 и 0,2.

Процесс изучения физики студентами ТЭ имел ряд особенностей.

1. Учащиеся представляли собой еще совсем юные физически и психологически не окрепшие личности. Им тяжело было высидеть учебные пары сравнительно неподвижно и требовалась эмоциональная разрядка.

2. По своим способностям к учебе, запоминанию, сравнению, воображению студенты ТЭ значительно уступали студентам университета. Лучшие ребята, участвуя в городской олимпиаде, не смогли решить довольно простые задачи. Подход к решению задачи они искали в копировании решений аналогичных задач, а не в поиске закономерности, понятия сущности явления.

3. Преподавание физики постоянно переходило в плоскость межличностных отношений. От преподавателя в большей мере требовалось психологическое мастерство, а не его квалификация, подтвержденная дипломом и ученой степенью. Интерес к знаниям, к логическим связям мира природы инициировался с большим трудом.

4. Многобальная система оценки знаний по подобию средней школы оказалась практически не задействованной. Из 12 баллов использовался блок оценок с разбросом в 4 балла. Большая дифференциация оценок должна быть подкреплена высокой конкуренцией, чего совершенно не наблюдалось.

5. Уровень лабораторного, методического и демонстрационного оснащения в техникуме значительно уступал университетскому. Как «театр начинается с вешалки», так и вуз начинается с парты и аудитории. ТЭ крайне необходим оборудованный лабораторными установками по физике класс, что будет способствовать качественному приобретению навыков физических измерений и их обработки.

6. В программе [2] заложено время на изучение основных сведений по астрономии, что выгодно отличает ее от университетской программы по физике. Действительно, что актуальнее для студентов-агров: элементы квантовой механики или элементы физики звезд и планет?

7. Многие студенты техникума (и их семьи) находились в стесненном материальном положении, что безусловно сказывалось на качестве учебы.

### Выводы

Преподавание курса физики в университете в сравнении с техникумом должно носить более насыщенный динамичный характер, с компенсацией нехватки аудиторного времени самостоятельными тематическими заданиями. Изложение материала студентам техникума целесообразно сопровождать яркими демонстрационными опытами, идти «от конкретного – к абстрактному». Спектр оценок для студентов должен быть расширен внедрением продуманных рейтинговых систем, которые дадут возможность уже на раннем этапе обучения выявлять наиболее способных молодых людей в вузе. Применение диалоговой формы преподавания физики в ТЭ выявило необходимость идти не путем насыщения учебного материала подробностями, а простым повторением основных моментов темы другим преподавателем, на другом эмоциональном и выразительном уровне.

## Література

1. Фізика. Програма навчальної дисципліни для підготовки фахівців із спеціальностей 6.091902 “Механізація сільського господарства” та 6.090215 “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва” в аграрних вищих закладах освіти 11-1V рівнів акредитації / Укладачі В.Д. Кучін, В.В. Бойко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 13 с.
2. Фізика. Програма для вищих навчальних закладів 1-11 рівнів акредитації, які здійснюють підготовку на основі базової загальної середньої освіти / Укладач І.С. Малишевський. – К.: Інтас, 2002. – 28 с.
3. Цоцко В.І. Деякі аспекти діалогового викладання фізики // 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. 332-334.
4. Фізика, 10 кл.: Підручник для серед. загальноосвіт. шк. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.: Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2002. – 296 с.



## **ПРОФЕСІЙНА ОРІЄНТАЦІЯ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ В НАФТОВОМУ ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ**

Б.О. Чернов, Т.О. Крицак, М.Є. Сімків, О.Є. Федоров,  
М.П. Мазур, З.В. Петрук  
м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний техніч-  
ний університет нафти і газу  
[mazur@mtf.ifdtung.if.ua](mailto:mazur@mtf.ifdtung.if.ua)

Фізика, як фундаментальна наука, дає не тільки основні знання про закони природи, але є основою багатьох прикладних інженерних дисциплін. Без фізики важко уявити підготовку сучасного технічного спеціаліста. Тому кафедра фізики Івано-Франківського національного університету нафти і газу при викладанні курсу фізики особливу увагу звертає на підготовку спеціалістів для нафтової і газової галузі. В першу чергу це досягається професійною орієнтацією робочих програм з фізики.

Так, залишаючи цілісність загального курсу фізики, окремі питання цього курсу набувають чіткої професійної орієнтації. Наприклад, викладаючи для нафтовиків тему: “В’язкість рідин і газів” студенти знайомляться з основами реології, з поняттям неньютонівських систем, до яких відноситься нафта. При викладанні законів Кірхгофа та їх застосування для розрахунку електричних кіл в загальних рисах розглядається ідея електрогідродинамічних аналогій в нафтовій справі. Вивчаючи елементи геометричної та хвильової оптики студенти знайомляться з фізичними основами рефрактометричного методу аналізу нафтопродуктів. Таких прикладів можна привести багато.

Професійну спрямованість має також лабораторний практикум з фізики. Крім того, що студенти отримують навички проведення фізичного експерименту, вони теж отримують початкову підготовку до спеціальних дисциплін. Цим вимогам відповідає лабораторний практикум підготовлений викладачами кафедри. Наприклад, така відома лабораторна робота “Визначення ємності конденсатора” набуває практичної спрямованості як експрес-метод визначення вмісту води в нафті, де цей вміст визначається за зміною діелектричної проникності нафти, що заповнює простір між обкладками конденсатора.

Практичне заняття з фізики включає в себе розв'язування задач також професійної орієнтації.

Досвід викладання курсу фізики в ІФНТУНГ з елементами професійної орієнтації показав значну ефективність такої методики викладання фізики. Крім того, що студенти отримують фундаментальні знання з фізики вони на конкретних прикладах своєї спеціальності бачать прикладне значення фізики.

## Зміст

<i>В.Д. Александров.</i> Компьютерный курс общей физики .....	3
<i>В.Д. Александров, О.О. Баранников, С.В. Горбань, М.А. Дулін, В.В. Дрьомов, Л.Г. Долговська, В.О. Сорока, Ю.Б. Ткаченко.</i> Курс загальної фізики у будівельній академії.....	5
<i>В.Д. Александров, С.В. Горбань, М.А. Дулін.</i> Тестування з фізики на вступних іспитах.....	7
<i>В.Д. Александров, В.В. Дрьомов, С.В. Горбань.</i> Використання прикладів та аналогій для активізації уваги студентів на лекціях з фізики.....	8
<i>В.Д. Александров, С.А. Фролова, В.А. Постников.</i> Новый курс «Физико-химические основы материаловедения» в строительных институтах.....	9
<i>А.М. Бакал.</i> До питання використання модульної технології навчання в організації шкільного курсу фізики .....	13
<i>Т.Д. Бакума, Б.О. Чернов, М.Є. Сімків.</i> Використання комп'ютерної техніки при проведенні колоквиумів з курсу фізики.....	17
<i>В.В. Беднарський, О.В. Дворник, Н.Л. Дон, Г.П. Чуйко.</i> До питання комп'ютерного тестування студентів.....	19
<i>Л.Ю. Благодаренко, Г.П. Грищенко, М.І. Шут.</i> Методика застосування особистісно-орієнтованого навчання при проведенні занять з фізики.....	22
<i>В.В. Бойко.</i> Досвід використання інформації про систему точного землеробства при викладанні фізики студентам Національного аграрного університету.....	26
<i>О.С. Бойко, В.М. Кадченко.</i> Комп'ютерне моделювання явища дисперсії світла.....	29
<i>В.І. Бурак, А.В. Бурак.</i> Взаємодія електричних та магнітних диполів .....	34
<i>В.І. Вайданич, Н.Д. Довга, С.К. Жеребецький, М.С. Кобринович, Г.М. Пенцак.</i> Сучасні підходи до викладання фізики для деяких технічних і технологічних спеціальностей ВОЗ.....	40
<i>Б.М. Валійов, В.Д. Єгоренков.</i> Властивості насиченої пари..	51
<i>А.Г. Величко, В.П. Иващенко, А.Г. Ясев, В.Д. Вдовин, В.Т. Вышинский.</i> Информационно-компьютерные технологии в учебном процессе кафедры «Теоретическая механика»	

НМетАУ .....	55
<i>С.И. Веселова, И.М. Галушко, Е.И. Галушко. Методическая концепция письменного экзамена .....</i>	63
<i>Т.В. Гаврилова, Е.Ф. Еремина, С.П. Мовчан. Особенности подачи материала и проверки знаний в курсе общей физики.....</i>	65
<i>О.А. Годлевская, К.П. Годлевский, Ю.И. Посудин. Информационные технологии при проведении лабораторных работ по курсу общей физики .....</i>	69
<i>В.Н. Горбач, А.А. Волгин. Интерференция поляризованных лучей .....</i>	73
<i>Т.П. Гордиенко, И.М. Лагунов. Программно-лабораторный комплекс как инновационная педагогическая технология .....</i>	79
<i>О.І. Денисенко, В.В. Ковтун. Комп'ютеризація лабораторного практикуму з фізики.....</i>	84
<i>О.О. Дробахін, С.Ф. Лягушин. Особливості курсів теоретичної фізики для студентів радіофізичних спеціальностей.....</i>	88
<i>Ю.В. Єчкало, І.О. Теплицький. Комп'ютерна підтримка курсу фізики.....</i>	94
<i>Н.Н. Жолонко. Наблюдения закатов и восходов солнца с целью определения широты.....</i>	101
<i>М.І. Задорожній. Технологія розв'язування фізичних задач.....</i>	116
<i>А.Б. Захарова, Ю.А. Курбатов, Н.И. Зеленкова. Использование компьютера при изучении астрономии .....</i>	120
<i>В.П. Иващенко, В.О. Єрмокрацьєв, Ю.А. Мушенков. Методика навчання з теоретичної механіки у технічному ВНЗ .....</i>	125
<i>В.П. Иващенко, Ю.А. Мушенков, А.Г. Кострижев. Впровадження інформаційних технологій у навчальний процес на кафедрі теоретичної механіки НМетАУ .....</i>	129
<i>С.І. Кашина. Фізика в літературних творах.....</i>	139
<i>В.О. Ківа, О.А. Коновал, Г.П. Половина. Використання камкордера як засобу активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні фізики .....</i>	142
<i>А.П. Кислицын, А.А. Таран. Использование компьютерной техники во внеаудиторной работе студентов.....</i>	147
<i>В.М. Козлов, В.П. Хлынцев, В.В. Калениченко. Использование ПЭВМ при изучении курса общей физики .....</i>	150

<i>О.А. Коновал, Д.В. Рябоконт.</i> Відносність електричного і магнітного полів: методичні аспекти .....	154
<i>Е.Г. Копанець, С.О. Даньшева, Ю.Е. Крот, Г.Н. Подус.</i>	
Пути профилирования физики в строительном вузе .....	168
<i>С.Л. Кордюк, Г.М. Швець.</i> Деякі особливості методики викладання фізики для студентів не фізичних фахів.....	173
<i>К.В. Корсак, С.К. Корсак.</i> Тропічні урагани як термодинамічний феномен	175
<i>О.І. Косенко, Ж.П. Ольховська, К.В. Корсак.</i> Про межі скорочення курсів фізики у вищих школах .....	182
<i>Ю.Є. Крот.</i> До історії відкриття рентгенівських променів	189
<i>В.В. Куліш, В.М. Кулішенко, О.Я. Кузнєцова, С.М. Пастушенко.</i> Впровадження нової версії модульно-рейтингової системи у курсі фізики в технічному університеті.....	200
<i>И.М. Лагунов.</i> Научно-методическая система применения педагогической технологии в условиях динамических изменений .....	206
<i>В.П. Леонов.</i> Физическая структура технических устройств .....	213
<i>Е.І. Личковський, Я.М. Кміт, Л.Ф. Ємчик, М.І. Драчук, М.В. Вісьтак.</i> Організація самостійної роботи студентів .....	218
<i>Е.І. Личковський, Я.М. Кміт, Л.Ф. Ємчик, М.В. Вісьтак, М.І. Драчук.</i> Інтегративно-прогностичний підхід до відбору змісту навчання з медичної і біологічної фізики .....	223
<i>Р.М. Лучицький, Я.В. Солоничний, О.Д. Власій.</i> Фізичне моделювання і його застосування для розрахунку та візуалізації електростатичних та магнітних полів.....	229
<i>В.М. Макидон.</i> Виховання національної самосвідомості в процесі вивчення фізики .....	233
<i>М.М. Медюх.</i> Про особливості навчальних посібників з фізики для студентів-заочників .....	235
<i>С.П. Мовчан, І.М. Кудрявцев.</i> Використання методу аналогій в курсі загальної фізики .....	238
<i>Ю.А. Мушенков, Н.В. Каряченко.</i> До питання про викладання курсу теоретичної механіки на немеханічних факультетах.....	243
<i>О.В. Науменко, А.А. Таран, В.Ф. Деменко.</i> Особенности	

чтения лекцій по фізиці на англійському мові .....	245
<i>Г.Г. Нестеренко.</i> Інтегровані підходи до вивчення фізики студентами першого і другого курсів ВНЗ I рівня акредитації, які навчаються за напрямом “Інженерна механіка” .....	247
<i>В.И. Опришко, Т.Е. Дорогань.</i> Эвристическая роль математических моделей в современной физике.....	254
<i>С.В. Повар.</i> Цикл наукової творчості та відтворення його ланок при вивченні фізики .....	262
<i>Т.М. Погорілко.</i> Про розв’язування задач з фізики .....	266
<i>О.М. Поколенко.</i> Индукция и дедукция при изучении физики .....	268
<i>О.М. Поколенко.</i> Измерение температуры с высокой точностью с помощью ареометра.....	270
<i>М.Н. Половина, Р.С. Тутік.</i> Формування понять внутрішніх та зовнішніх сил при розв’язанні задач з динаміки .....	271
<i>Ю.Н. Попов, Н.Г. Мирошниченко, В.Ю. Меняйло, В.Л. Шолом, Д.В. Фесенко.</i> Применение методов научного исследования в лабораторном практикуме по физике.....	276
<i>И.Н. Пустынникова.</i> Извлечение знаний из текстологических источников как вид учебной деятельности (с примерами из физики).....	282
<i>Л.М. Савчук.</i> Психолого-педагогічні засади комп’ютерних ігор з фізики .....	291
<i>А.П. Сафронова.</i> Критичне мислення як один із засобів розвитку ціннісно-сміслового відношення курсантів до вивчення фізики .....	300
<i>Л.Г. Сергієнко.</i> Реалізація професійної спрямованості навчання фізиці на лекційних заняттях .....	302
<i>О.Й. Соколовський.</i> До методики викладання питання про одиниці вимірювання основних електродинамічних величин .....	309
<i>Н.Л. Сосницька.</i> Електронний посібник з розв’язування фізичних задач (тема “Закони Кірхгофа”) .....	313
<i>З.Ю. Філер.</i> Прогнозування сонячної активності – ключ до наукового управління .....	334
<i>О.В. Харченко, В.Г. Гриценко.</i> Інтенсифікація вивчення рентгеноструктурного аналізу засобами нових інформаційних технологій.....	339

<i>Р.М. Хлопик, О.В. Заяць, А.Г. Григорович.</i> Методика організації та проведення семестрових індивідуальних творчих завдань з природничих дисциплін.....	345
<i>В.И. Цоцко.</i> Некоторые особенности преподавания физики в высших учебных заведениях различного уровня аккредитации.....	349
<i>Б.О. Чернов, Т.О. Крицак, М.Є. Сімків, О.Є. Федоров, М.П. Мазур, З.В. Петрук.</i> Професійна орієнтація викладання фізики в нафтовому вищому навчальному закладі.....	353

Наукове видання

**Теорія та методика навчання  
математики, фізики, інформатики**

**Випуск 3**

**В 3-х томах**

**Том 2**

Підп. до друку 24.02.2003

Бумага офсетна №1

Ум. друк. арк. 18,98

Формат 80x84 1/16.

Зам. №2-2402

Наклад 500 прим.

Видавничий відділ Національної металургійної академії України  
50006, м. Кривий Ріг-6, вул. Революційна, 5

---

E-mail: [cc@kpi.dp.ua](mailto:cc@kpi.dp.ua)