

- методичних праць підвищення ефективності практичної підготовки фахівців. — Харків, 2003. — С.16-28.
19. Богомолов О.В. Практична підготовка фахівців факультету «Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції» // Збірник науково-методичних праць підвищення ефективності практичної підготовки фахівців. — Харків, 2003. — С.29-31.
  20. Дуганець В.І., Бендера І.М. Шляхи удосконалення системи підготовки педагогічних кадрів для навчальних закладів професійної освіти // Збірник наукових праць НАУ «Механізація сільськогосподарського виробництва». — К.: НАУ, 2003. — Том 15. — 469 с.
  21. Дуганець В.І., Бендера І.М. Удосконалення системи підготовки педагогічних кадрів для ПТНЗ: Професійно-технічна освіта. — К., 2003. — №3. — С.29-35.
  22. Дуганець В.І. Неперервна програма виробничого навчання фахівців аграрно-інженерного профілю: Матеріали II // Міжнародної науково-практичної конференції «Динаміка наукових досліджень-2003». Том 31. Педагогіка. — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2003. — С.41-44.
  23. Дуганець В.І. Непрерывное производственное обучение — неотъемлемая часть общей системы образования // Модульные технологии обучения системы непрерывного профессионального образования (теория и практика): Сборник научных трудов X Международной научно-методической конференции. Выпуск 8, часть 2. — М., 2004. — С.315-319.
  24. Дуганець В.І. Виробниче навчання фахівців аграрного та інженерного профілів // Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта 2004». Том 36. Проблеми підготовки фахівців. — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. — С.60-62.
- The analysis of modern types of students' practical studying in the high schools is made in this article. The authors give direct methods for effective organization of individual practical work and laboratory classes, educational and plant practices.
- Key words:** penetrating practical education, programming, educational level, agriculture-engineering specialization.
- Отримано: 29.06.2005.*

УДК 53 (07)

В.В.Мендерецький

*Кам'янець-Подільський державний університет*

### ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТУДЕНТІВ В ХОДІ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ВИБРАНІ ПИТАННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ»

Стаття присвячена технологічним особливостям впровадження цільових орієнтацій та еталонного підходу у забезпечення дієвої експериментальної підготовки майбутнього учителя.

**Ключові слова:** експеримент, цільова програма, експериментальні вміння, еталонні вимоги.

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

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

На сучасному етапі реформування загальноосвітньої і професійної школи особливої уваги заслуговують здобутки фундаментального характеру провідних методистів щодо прогнозування, об'єктивізації, діагностики та управління фаховою підготовкою в галузі фізики. З аналізу розробок [2; 3] стає зрозумілим сутність особистісно-орієнтованого підходу до навчання в системі фундаментальної професійної підготовки майбутнього вчителя фізики не можна звести лише до міжособистісної взаємодії викладача і студента: предметом вивчення стають засоби професійної діяльності майбутнього учителя-предметника, що розгортаються

у певному освітньому середовищі. У цьому випадку на передній план виходить не фактичний зміст науки, а опосередкований зміст шкільного предмета, який активізує розвиток професійної індивідуальності майбутнього учителя. Таким чином, розробка особистісно-орієнтованих технологій навчання фізики пов'язується як з суспільною значущістю цієї дисципліни (фізика стає основою предметної і професійної діяльності людини), так і з світоглядною, що виявляється у формуванні наукової картини світу.

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

Як показує досвід [1; 5], що у підготовці майбутніх учителів необхідно забезпечити чітку цілеспрямованість щодо суті, місця і компонентного коментування того чи іншого досліду, спостереження, трактування експериментальної задачі. Окреслення кінцевої мети діяльності студента в процесі експериментальної діяльності з фізики можливе лише за умови комплексного аналізу вимог навчальної програми професійної підготовки та вимог навчальної програми шкільного курсу фізики. Вивчаючи конструкцію, призначення і правила експлуатації приладів, ресурсне оснащення з фізики для середньої школи, студент вчиться користуватися ним і давати оцінку його педагогічним і технічним якостям, пізнає загалом порядок виконання основних дослідів, складає установки за схемами й описами, які вміщені в методичних посібниках; опановує методику і техніку виконання різних видів шкільного фізичного експерименту з дотриманням основних дидактичних вимог до них; навчається чітко демонструвати і правильно пояснювати передбачені навчальними програмами досліди, супроводжувати досліди чіткими, вичерпними і короткими поясненнями на рівні доступному для учнів відповідного віку, робити записи і замальовки в конспекті; здобуває навички в дотриманні правил безпеки роботи під час проведення усіх видів навчального експерименту. Однак цей не повний перелік педагогічних задач в навчальних програмах недетермінується об'єктивними визначниками, які, на нашу думку, повинні були б дати відповідь на основне запитання навчального процесу: чи в повній мірі сформовані у студента професійно значущі знання?

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

Відомо [4; 6], що засвоєння навчального матеріалу й одержання конкретних здобутків здійснюється за трьома параметрами, що охоплюють весь часовий простір діяльності людини: стереотипність, усвідомленість, пристрасність. Для цих параметрів введені основні критерії, що виступають як етальонні показники результативного навчання фізики: заучування (З), наслідування (НС), розуміння головного (РГ), повне володіння знаннями (ПВЗ), уміння застосовувати знання (УЗЗ), навичка (Н), переконання (П). Ціннісно-орієнтована значущість пізнавальної задачі якраз і визначається тим, які переконання, ідеали, інтереси і ціннісні судження, життєво важливі висновки про спрямованість власної діяльності можуть відобразитися в її змісті, тобто можна говорити про світоглядну, пізнавальну чи практичну значущість пізнавальної задачі.

Оскільки, у структурі лабораторного заняття можна виділити етапи пов'язані із характером діяльності студентів (оволодіння положеннями теорії (допуск), виконання дослідів і експериментів (виконання роботи), узагальнення і систематизація даних експерименту (висновки, захист робіт)), то до кожного з них можна застосувати систему етальонів контролю, які і стануть індикаторами сформованості знань. Так, наприклад, перший етап лабораторної роботи передбачає оволодіння теоретичними положеннями (допуск до виконання лабораторної роботи). Рівень теоретичних знань студентів, розуміння ними ходу виконання роботи, методології експерименту визначає ступінь готовності студента до здійснення виконавських функцій. Така діяльність, як правило, відповідає нижчому рівню навчальних досягнень – наслідування (НС), заучування (З), розуміння головного (РГ). Комплекс завдань, які студент обов'язково має виконати (репродуктивний рівень) узгоджується з еталоном контролю повне володіння знаннями (ПВЗ). Пропозиції, щодо

удосконалення дослідів, включення їх у структуру уроку, визначення мети і ролі експерименту в навчальному процесі з фізики відповідає вищим етальонам уміння застосовувати знання (УЗЗ), переконання (П), навички (Н).

Таким чином, виконання лабораторних робіт практичному орієнтує студентів на вищі етальони засвоєння знань.

Фізична підготовка студентів фізичних спеціальностей розпочинається на лабораторних заняттях з навчальної дисципліни «Вступ до фізики». В якості фізичного практикуму їм пропонується виконати десять лабораторних робіт.

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

Проілюструємо окреслені положення на прикладі організації однієї з робіт лабораторного практикуму в курсі «Вибрані питання шкільного курсу фізики».

#### РОБОТА №1

### ВИМІРЮВАННЯ МАСИ ТІЛА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРЕЗІВ І ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

**Мета роботи:** вивчити питання, що пов'язані з поняттям: маса тіла; знайти масу тіла двома способами, порівняти їх та зробити висновки.

#### І. Цільова програма

№ пп	Перелік пізнавальних задач	Рівень знань	
		Початковий	Кінцевий
1	Інерційта інертність	ПВЗ	П
2	Маса тіла. Види мас	ПВЗ	П
3	Сила	ПВЗ	П
4	Закони Ньютона	ПВЗ	УЗЗ
5	Гравітаційна сила. Закон всевітнього тяжіння	ПВЗ	П
6	Сила пружності. Закон Гука	РГ	УЗЗ
7	Механічні коливання	РГ	УЗЗ
8	Пружинний маятник	ПВЗ	П
9	Період коливань пружинного маятника	РГ	ПВЗ

#### II. Підготовка до роботи

**1. Ознайомитись з навчальним матеріалом** підручників з фізики 8-9-го класів та теоретичних відомостей, що стосується інерції та інертності, маси, сили, гравітаційної сили, законів Ньютона, сили пружності, закону Гука, механічних коливань, пружинного маятника, періоду коливань пружинного маятника

**2. Ознайомитись з цільовою програмою**, що стосується змісту даної роботи.

**3. Ознайомитись з основними правилами безпеки праці у фізичному кабінеті.**

**4. Діагностика початкового рівня знань:**

1 (ПВЗ). Чи можна вмиг змінити швидкість тіла? У чому полягає властивість інертності?

2 (РГ). Яка величина характеризує інертність тіла?

3 (ПВЗ). У чому полягає відмінність в означенні термінів інертність та інерціальність?

4 (ПВЗ). Який зв'язок між масами тіл і прискореннями, яких вони набувають під час взаємодії? Як визначають масу окремого тіла?

5 (НС). Що таке сила тяжіння?

6 (РГ). Чому прискорення, якого сила тяжіння надає тілам, не залежить від їх маси?

7 (ПВЗ). Прискорення вільного падіння тіл не залежить від їхніх мас. А сила тяжіння?

8 (ПВЗ). Що таке маса інерціальна та гравітаційна? Які існують між ними відмінності?

9 (ПВЗ). Чи змінюється сила тяжіння з віддаленням тіла від поверхні Землі?

10 (ПВЗ). Земля — не точна куля: вона сплюсчена біля полюсів. Чи відрізняються значення прискорення вільного падіння і сили тяжіння на полюсі і на екваторі Землі?

11 (ПВЗ). Які коливання називають механічними?

12 (ПВЗ). Що таке пружинний маятник? Які знайти період його коливань?

### III. Теоретичні відомості

Прискорення — це величина, що дорівнює відношенню зміни швидкості  $v - v_0$  до інтервалу часу  $t$ , за який ця зміна відбулася. Час  $t$ , протягом якого тіла взаємодіють, для обох тіл однаковий. Отже, швидкість змінилася на більше значення у того тіла, у якого прискорення більше.

Коли тіло рухається без прискорення, кажуть, що воно рухається «за інерцією». Тому про тіло, яке під час взаємодії змінило свою швидкість на менше значення, говорять, що воно більш інертне, ніж інше тіло, швидкість якого змінилась на більше значення. Його рух ніби ближчий до руху «за інерцією». З двох взаємодіючих тіл те з них менш інертне, яке за час взаємодії «встигло» більше змінити свою швидкість, ніж друге тіло. Проте будь-якому тілу для зміни швидкості потрібен певний час. Жодне тіло, ні при якій взаємодії не може змінити свою швидкість умить. У цьому й полягає та властивість тіл яка називається інертністю.

Властивість інертності, притаманна всім тілам, полягає в тому, що для зміни швидкості тіла потрібен певний час. З двох взаємодіючих тіл інертніше те тіло, яке повільніше змінює свою швидкість.

Властивість інертності — одна з важливих властивостей тіл. Адже від неї залежить прискорення тіла під час його взаємодії з іншим тілом або тілами.

У фізиці властивості досліджуваних об'єктів звичайно характеризують певними величинами, які можна виміряти і виражати числами. Наприклад, властивість тіла займати певну частину простору характеризують величиною, що називається об'ємом тіла. Властивість, яку ми назвали інертністю, також характеризується особливою величиною — масою.

Те з двох взаємодіючих тіл, яке дістає менше за модулем прискорення, тобто інертніше, має більшу масу. Друге тіло, менш інертне, має меншу масу. Тому кажуть, що маса тіла — це міра його інертності. Таку масу називають ще інертною масою тіла. Якщо позначити маси взаємодіючих тіл через  $m_1$  і  $m_2$ , то можна записати:  $a_1/a_2 = m_1/m_2$ .

Відношення модулів прискорень двох взаємодіючих тіл дорівнює оберненому відношенню їхніх мас.

Вимірявши прискорення двох тіл, які взаємодіють певним чином між собою, можна знайти відношення їх мас. А масу окремого тіла можна виміряти. Для цього треба вибрати тіло, масу якого умовно приймають за одиницю — еталон маси. Потім треба провести дослід, у якому тіло, масу якого вимірюють, повинно якось взаємодіяти з еталонною масою. Тоді обидва вони, і тіло і еталон, дістануть прискорення, які можна виміряти, і тоді можна записати рівність:  $a_{\text{ет}}/a_{\text{т}} = m_{\text{т}}/m_{\text{ет}}$  або  $m_{\text{т}} = a_{\text{ет}} m_{\text{ет}}/a_{\text{т}}$ , де  $m_{\text{т}}$  і  $a_{\text{т}}$  — маса й модуль прискорення тіла,  $m_{\text{ет}}$  і  $a_{\text{ет}}$  — маса й модуль прискорення еталона. Але маса еталона дорівнює одиниці, тому  $m_{\text{т}} = a_{\text{ет}}/a_{\text{т}}$ .

Маса тіла (інертна) — це величина, що характеризує його інертність. Вона вимірюється відношенням модуля прискорення еталона маси до модуля прискорення тіла під час їхньої взаємодії.

За міжнародною угодою за одиницю маси прийнято масу еталона — спеціально виготовленого циліндра із сплаву платини та іридію. Одиницю маси називається кілограм (скорочено: кг). З достатньою точністю можна вважати, що масу 1 кг має 1 л чистої води при  $15^\circ\text{C}$ . Поряд з довжиною і часом маса входить до числа основних величин СІ, а кілограм — до числа основних одиниць СІ.

Отже масу можна визначати за прискореннями під час взаємодії. Так знаходять маси планет, Землі, Сонця та інших небесних тіл; маси атомів, молекул і тих частинок, з яких вони складаються. Маса тіла виражає його власну властивість (інертність), тому вона не залежить ні від того, у яких взаємодіях тіло бере участь, ні від того, як воно рухається. Де б не перебувало тіло, як би воно не рухалося, маса його залишається однаковою.

Два тіла масами  $m_1$  і  $m_2$  притягуються одне до одного із силою  $F$ , яка визначається формулою:  $F = G m_1 m_2 / R^2$ , де  $R$  — відстань між тілами;  $G$  — коефіцієнт пропорційності, однаковий для всіх тіл. Коефіцієнт  $G$  називається сталою всесвітнього тяжіння, або гравітаційною сталою. Дана формула виражає закон всесвітнього тяжіння, відкритий Ньютоном: тіла притягуються одне до одного із силою, модуль якої прямо пропорційний до добутку їхніх мас і обернено пропорційний до квадрата відстані між ними.

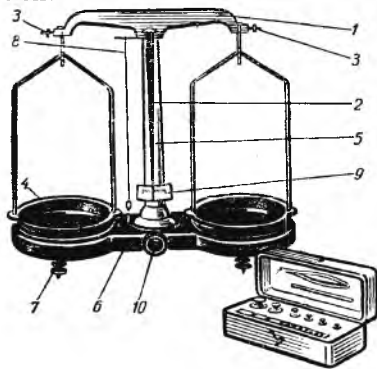
Прискорення вільного падіння має цікаву особливість: воно однакове для всіх тіл, для тіл будь-якої маси. Адже прискорення за другим законом Ньютона обернено пропорційне масі:  $a = F/m$ . Як же пояснити, що прискорення, якого надає тілу сила притягання Землі, однакове для всіх тіл? Єдине пояснення, яке можна знайти цьому, полягає в тому, що сама сила притягання пропорційна масі тіла, яке притягується. Справді, в цьому разі збільшення маси тіла, наприклад, удвічі, приведе також до збільшення сили удвічі. А прискорення залишиться таким самим. Ньютон і зробив цей єдиний можливий висновок: сила всесвітнього тяжіння пропорційна до маси того тіла, на яке вона діє. Проте тіла притягуються взаємно (третій закон Ньютона). Отже, не тільки Земля притягує тіло, а й тіло притягує Землю, і ця сила притягання пропорційна вже масі Землі. А сили ці однакові. Звідси випливає, що сила взаємного притягання тіл пропорційна до маси обох тіл. Це означає, що сила пропорційна до добутку мас обох тіл.

Існує інший досить зручний спосіб зручніший спосіб вимірювання маси тіл (гравітаційної) — зважування. Він ґрунтується на тому, що сила тяжіння, яка діє на тіло, і маса цього тіла пропорційні одна до одної:  $F_{\text{т}} = mg$ . А силу тяжіння можна виміряти динамометром (пружинними вагами). Вимірявши силу тяжіння  $F_{\text{т}}$  і знаючи прискорення  $g$  знаходимо масу тіла за формулою:  $m = F_{\text{т}}/g$ .

Можна виміряти масу також на важільних терезах. Коли терези зрівноважені, можна твердити, що на тіло (на одній шальці терезів) й на гирі (на другій шальці) діють однакові сили тяжіння. А це означає, що й маса тіла дорівнює масі гир, Оскільки на гирях зазначено саме їхні маси, то масу тіла визначаємо, просто додаючи числа, позначені на гирях. Важільні терези — дуже чутливий прилад. Найменша маса, яку можна виміряти найчутливішими терезами, — це кілька стомільярдних часток кілограма.

У цій роботі масу тіла вимірюють двома способами: за допомогою технічних терезів і пружинного маятника. Технічні терези (мал. 1) — високочутливий точний прилад, тому треба обережно користуватися ними, додержуючись певних правил зважування. Терези мають потрібні пристрої, які забезпечують правильне їх встановлення і дію. Терези складаються з коромисла 1 з трьома призмами, стрілкою 2 і тарувальними гайками 3 на кінцях; двох пластмасових шальок 4 з підвісками і сергами; стояка 5, встановленого на пластмасовій підставці 6 з двома зрівняльними гвинтами 7.

На верхньому кінці стояк закріпленій висок 8, а біля основи — шкала 9. Чутливість терезів при повному навантаженні (200 г) дорівнює 50 мг, а без навантаження — 10 мг.

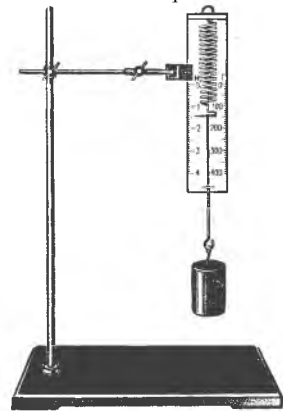


Мал. 1

Терези можуть нормально працювати, якщо стаяк 5 буде у вертикальному положенні, чого досягають за допомогою виска 8 і двох зрівняльних гвинтів 7. Технічні терези мають спеціальний пристрій — АРЕТИР 10, який дає можливість на час вимірювання піднімати опорну пластину з коромислом і шальками. Нагадаємо, що під час зберігання, перенесенні з місця на місце та заміни важків терези треба аретувати. Повертати ручку аретира треба плавно, щоб не допустити різких коливань коромисла і шальок.

Пружинним маятником називається підвішений до пружини вантаж, який може здійснювати коливання.

Як відомо, що тягарець, підвішений на сталій пружині і виведений з положення рівноваги, під дією сил тяжіння і пружності пружини здійснює гармонічні коливання. Період коливань і частота коливань пружинного маятника визначаються відповідно формулами:



Мал. 2

де  $k$  — жорсткість пружини,  $m$  — маса досліджуваного тіла.

Для вимірювання маси тіла за допомогою пружинного маятника складають установку за мал. 2. У ладці штатива у вертикальному положенні закріплюють навчальний динамометр і підвішують до нього досліджуване тіло. Утворений в такий спосіб пружинний маятник виводять з рівноваги і відпускають. З формул (1) можна дістати вираз для маси:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \nu = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

$$m = k / (4 \pi^2 \nu^2) \quad (2)$$

Отже, щоб виміряти масу тіла другим способом, треба знати жорсткість пружини  $k$  і частоту коливань пружинного маятника. Для вимірювання цих величин використовують динамометр, лінійку і секундомір.

В фізичній науці існує цікава проблема дослідження природи маси. Маса, певним чином пов'язана з вагою тіла. Вага сама по собі не може бути коефіцієнтом пропорційності між силою та прискоренням, оскільки вага тіла залежить від другого тіла, що притягується. Тіло може мати інертну масу, навіть якщо його вага рівна нулю. Більш того, маса — скаляр, а вага — це сила і вона є вектором. Але чим більша інертна маса тіла, тим більша його вага.

В свій час Ньютон пов'язав поняття маси і ваги. Він досліджував питання — чому Місяць обертається навколо Землі. Завдяки цьому Місяць повинен мати доцентрове прискорення, і це означає, що в деякому

смыслі Місяць безперервно падає на Землю. Яблуко також падає на Землю. Геніальність Ньютон в полягах в його припущенні, що існує загальна причина для цього. Його закон всесвітнього тяжіння стверджує, що будь-яких два тіла притягуються одне до одного з силою, яка пропорційна добутку їх мас і обернено пропорційною квадратом відстані між ними:

$$F_{\text{тяж}} = G (m_1 m_2) / R^2.$$

Існує декілька цікавих моменти, які пов'язані з простою формулою Ньютон. Варто звернути увагу на те, що відстань  $R$  входить у формулу в другому степені. На практиці одержали підтвердження цьому з точністю до однієї мільярдної. Точна рівність показника степеня двом виражає евклідову природу простору (положення тіл та відстані описуються геометрією Евкліда). Варто зазначити також, що наявність маси в тіла є причиною гравітаційної взаємодії. Маса служить "зарядом" для гравітаційної сили так само, як електричний заряд є джерелом електричного поля.

Єдина маса, яку визначили на досліді, — це інертна маса. А зараз виходить так, що можна використовувати закон тяжіння Ньютон для того, щоб другим шляхом визначити кількість речовини. В означенні маси на основі інертних властивостей використовується II закон Ньютон:  $F = ma$

Вимірюванні мас на основі такого означення потребує проведення динамічного експерименту — прикладається відома сила і вимірюється прискорення.

У визначенні маси на основі явища тяжіння використовуються закон:

$$F = G (m_1 m_2) / R^2.$$

Вимірювання маси на основі цього означення проводиться на основі статичного експерименту — два тіла розміщуються на незмінній відстані один від одного, і вимірюється сила взаємодії між ними. Отже, існує два зовсім різних означення маси.

Чи можуть інертна і гравітаційна маси бути однаковими? Відповідь дав Галілей, хоча він навіть і не підозрював, що зробив це. Він провів дослід для одночасного кидання двох тіл з однакової висоти. Якщо взяти тіла, які мають різну вагу, вони будуть прискорюватися однаково і одночасно досягнуть поверхні Землі, якщо не буде опору повітря. Галілей зовсім не ставив собі за мету довести пропорційність інертної та гравітаційної мас. Він намагався довести, що традиційні твердження Арістотеля про падаючі тіла невірні. Як би там не було але даний експеримент підтвердив пропорційність гравітаційної та інертної мас.

Для того, щоб краще прослідкувати за роздумами, позначимо інертну масу через  $m_{\text{інерт}}$ , а гравітаційну масу — через  $m_{\text{грав}}$ . На поверхні Землі вага  $P = F_{\text{тяж}} = G(m_{\text{грав}} m_{\text{З}} / R_{\text{З}}^2)$ , де  $R_{\text{З}}$  — радіус Землі. Оскільки величина  $G m_{\text{З}} / R_{\text{З}}^2$  однакова для всіх тіл на Землі, позначимо її через  $g$ . Таким чином, вага тіла на Землі рівна  $m_{\text{грав}} \cdot g$ .

Тепер порівняємо, що відбудеться, якщо два тіла кинути вниз з башти в один і той же момент часу. Вага першого тіла рівна  $m_{1\text{грав}} \cdot g$ . Вага другого тіла рівна  $m_{2\text{грав}} \cdot g$ . Прискорення першого тіла визначається за формулою  $F_1 = m_{1\text{інерт}} \cdot a_1$ . Прискорення другого тіла визначається за формулою  $F_2 = m_{2\text{інерт}} \cdot a_2$ .

Сила, яка діє на кожне з тіл, рівна його вазі:

$$m_{2\text{грав}} \cdot g = m_{1\text{інерт}} \cdot a_1, \quad m_{2\text{грав}} \cdot g = m_{2\text{інерт}} \cdot a_2.$$

Прискорення руху кожного тіла вниз рівне:

$$a_1 = (m_{1\text{грав}} / m_{1\text{інерт}}) \cdot g, \quad a_2 = (m_{2\text{грав}} / m_{2\text{інерт}}) \cdot g.$$

Оскільки значення  $g$  однакове для цих тіл, відношення їх прискорень є

$$a_1 / a_2 = (m_{1\text{грав}} / m_{1\text{інерт}}) \cdot (m_{2\text{інерт}} / m_{2\text{грав}}).$$

Дослід підтверджує, що обидва тіла досягають Землі одночасно. Тому  $a_1 = a_2$  і їх відношення рівне 1. Це може бути справедливим, тільки якщо  $m_{1\text{грав}} \sim m_{1\text{інерт}}$ . Гравітаційна маса повинна бути пропорційна інертній масі, і якщо правильно вибрати одиниці вимірювання, то вони будуть рівні між собою.

Якщо  $m_{1\text{грав}} \approx m_{1\text{інерт}}$ , тоді  $m_{1\text{грав}} = c \cdot m_{1\text{інерт}}$  і

$$a_1 / a_2 = m_{1\text{грав}} \cdot m_{2\text{інерт}} / m_{1\text{інерт}} \cdot m_{2\text{грав}} = c \cdot 1 / c = 1.$$

Таким чином  $a_1 = a_2$ .

Якщо гравітаційна маса пропорційна інертній масі, то всі вільно падаючі тіла мають одне і те ж саме прискорення.

Цей дивовижний факт підтвердився багато разів і в значно точніших дослідях. У 70 роки минулого століття в Принстоні було показано, що гравітаційна і інертна маси рівні між собою з точністю до  $10^{11}$ . Еквівалентність інертної і гравітаційної мас лежить в основі теорії відносності Ейнштейна. Мудрість Ейнштейна в тому, що він зумів помітити, що немає нічого дивного в рівності двох величин мас, бо в дійсності вони представляють собою одне і те ж саме. На основі цього простого факту він потім побудував теорію, яка успішно пояснює явище тяжіння і розширення Всесвіту.

#### IV. Технологія і техніка виконання експериментів

##### 1. Вимірювання маси тіла за допомогою терезів

1. Ознайомтесь з будовою і дією терезів.

2. Перевірте правильність встановлення терезів. Для цього, користуючись зрівняльними гвинтами 7, встановіть вертикально стояк 5 (вістря виска має збігатися з вістря шпильки, закріпленої на підставці терезів). Обертаючи гайки 3, розміщені на кінцях коромисла, приведіть терези в рівновагу.

3. Виміряйте масу досліджуваного тіла з точністю до 0,01 г.

4. Обчисліть абсолютну та відносну похибку вимірювань маси тіл.

5. Результати всіх вимірювань занесіть у зошит.

№ до-слі-ду	Сила пружності пружини $F, Н$	Де-фор-мація пружини $X, м$	Жорст-кість пружини $k, Н/м$	Чи-сло коли-вань $n$	Час коли-вань $t, с$	Час-тота коли-вань $v, с^{-1}$	Маса тіла $m, кг$

##### 2. Вимірювання маси тіла за допомогою пружинного маятника.

1. Підготуйте в зошиті таку таблицю для записування результатів вимірювань і обчислень:

2. Закріпіть динамометр у лапці штатива вертикально і підвісьте до його гачка досліджуване тіло (див. мал. 2). Відрегулюйте положення динамометра так, щоб під час коливань стрілка динамометра не торкалась шкали, а стержень – дротяної скоби.

3. Виміряйте силу пружності пружини  $F$  (за показами динамометра) і її деформацію  $x$  за допомогою лінійки.

4. Обчисліть жорсткість пружини  $k$ . Результати вимірювань і обчислень занесіть у таблицю.

5. Приведіть пружинний маятник у коливання. Для цього відтягніть тіло вертикально вниз на 1-2 см і пускьте. За допомогою секундоміра виміряйте час  $t$ , наприклад, 5-ти повних коливань маятника.

6. Обчисліть частоту коливань маятника за формулою:  $v = n/t$ , де  $n$  – число повних коливань маятника,  $t$  – час, протягом якого маятник здійснює  $n$  повних коливань.

7. Обчисліть масу коливного тіла за формулою (2). Результат обчислень занесіть у таблицю.

8. Обчисліть абсолютну і відносну похибки тіла за формулою:

$$\varepsilon = \Delta m / m = \Delta F / F + \Delta x / x + 2 \Delta t / t$$

У цій формулі  $\Delta F$  дорівнює сумі основної похибки динамометра і похибки відліку, похибка вимірювання деформації пружини  $\Delta x$  не може бути меншою за половину довжини поділки лінійки. Визначаючи час  $\Delta t$ , треба враховувати, що похибкою секундоміра можна знехтувати порівняно з похибкою відліку, яка виникає і на початку відліку коливань, і в його кінці; крім того, треба пам'ятати, що стрілка секундоміра рухається стрибками.

9. Порівняйте знайдені результати двох способів вимірювання маси того самого тіла і, врахувавши допущені похибки, зробіть висновки.

#### V. Еталонні завдання для підсумкового контролю рівня компетентності

1.(ПВЗ). Сформулюйте та поясніть смисл закону всесвітнього тяжіння.

2.(УЗЗ). Які величини в лабораторній роботі виміряно з найбільшими похибками?

3.Що таке пружинний маятник? Чому дорівнює період і частота коливань для цього маятника?

4.(ПВЗ). Масу якого тіла не було враховано під час вимірювання за допомогою пружинного маятника?

5.(УЗЗ). Від чого залежить точність вимірювання маси тіла за допомогою пружинного маятника?

6.(УЗЗ). Яке призначення аретира в технічних терезах?

7.(ПВЗ). Як вірно встановити терези?

8.(ПВЗ). Як привести терези в рівновагу?

9.(УЗЗ). Як знаходиться жорсткість пружини?

10. (УЗЗ). Якою формулою необхідно скористатись, щоб знайти масу тіла за допомогою пружинного маятника? Звідки цей вираз одержується?

11. (ПВЗ). Як знаходять деформацію пружини?

Решту робіт даного циклу підбирається таким чином, щоб вони охопили основні розділи шкільного курсу фізики. Вони також проводяться за описаною вище схемою. Наводимо їх тематику: «Вивчення закону збереження імпульсу при пружному ударі куль», «Дослідження залежності потужності на валу електродвигуна від навантаження», «Вивчення коливань пружинного маятника», «Вимірювання коефіцієнта поверхневого натягу методами відривання крапель і піднімання рідини в капілярі», «Вимірювання температурного коефіцієнта опору міді», «Знімання вольт-амперної характеристики напівпровідникового діода», «Вимірювання індуктивності котушки за її опором змінному струму», «Спостереження спектрів випромінювання і поглинання», «Дослідження залежності сили фотоструму від поверхні густини потоку випромінювання».

Організована таким чином підготовка майбутнього учителя фізики через призму лабораторних досліджень у курсі «Вибрані питання шкільного курсу фізики» у прив'язці до цільових програм, еталонних вимог до розгортання процесу методично-експериментальних досліджень має сприяти саморозвитку особистості студента, допомогти пізнати себе, самовизначитись і самореалізуватись, що сприяє належній зорієнтованості на майбутню продуктивну і творчу професійну діяльність.

#### Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Особенности экспериментальной подготовки будущих учителей физики в условиях личностно-ориентированного обучения // Модульные технологии обучения в системе непрерывного профессионального образования: Сборник научных трудов X Международной научно-методической конференции. Выпуск 8, часть 2. – Москва, 23-24 марта 2004 года. – С.136-143.
2. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В. Технологічні особливості цілеорієнтацій у фаховій підготовці майбутніх учителів фізики // Наукові записки. Випуск 55. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Вінніченка. – 2004. – С.242-249.
3. Гончаренко С.У., Волжов В. В., Коршак С.В., Бугайов О.Г., Юриш І.А. Стандарт шкільної фізичної освіти // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №2. – С.2-8.
4. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. – 2004. – №5. – 20 січня 2004 р. – С.9-10.
5. Ляшенко О.І. Реалізація цілей навчання за допомогою системи лабораторних робіт з фізики // Методика навчання математики та фізики. – Вип. 2. / Під ред. О.І.Бугайова. – К.: Рад. шк., 1985.

6. Ляшенко О.І., Мендерецький В.В. Особливості формування експериментальних умінь учнів 7-8 класів // Методика викладання математики і фізики: Респ. наук-мет. зб. Вип. №7. / Під ред. О.І.Бугайова, 1991. — 160 с.

The article is devoted to the technological features of introduction of orientations and standard approach

having a special purpose in providing of effective experimental preparation of future teacher.

**Key words:** experiment, having a special purpose program, experimental abilities, standard requirements.

Отримано: 18.06.2005.

УДК 372.853

Н.В.Ніженець

Ніжинський агротехнічний інститут

### ЛАБОРАТОРНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ТЕХНІЧНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ І-ІІ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ

У статті описано вимоги до лабораторних робіт, що проводяться у вищих навчальних закладах І-ІІ рівнів акредитації технічного профілю та наведено приклад методики виконання однієї з лабораторних робіт.

**Ключові слова:** лабораторна робота, вищий навчальний заклад І-ІІ рівнів акредитації, методика.

Проблема підготовки висококваліфікованих спеціалістів технічного профілю в умовах динамічних перетворень, що відбуваються у сучасному суспільстві України, є особливо актуальною. Практично підготовку таких спеціалістів здійснюють вищі навчальні заклади (ВНЗ) І-ІІ рівнів акредитації. Проте навчальні плани, програми та й сам навчальний процес у цих навчальних закладах не завжди відповідають поставленим завданням. Особливо це стосується навчального предмета фізика. Однак, у навчальних закладах технічного профілю фізика є базовою дисципліною для вивчення професійно орієнтованих та спеціальних дисциплін, таких як електро- і радіотехніка, теплотехніка, гідродинаміка, деталі машин і механізмів, паливно-мастильні матеріали, контрольні-вимірювальні прилади тощо. Для майбутньої професійної діяльності молодших спеціалістів технічних спеціальностей важливе значення має вміння грамотно використовувати сучасне виробниче обладнання, правильно проводити різноманітні вимірювання, здійснювати експериментальні дослідження. У зв'язку з цим, та враховуючи експериментальний характер фізики і як науки, і як навчального предмета, виключного значення тут набуває навчальний фізичний експеримент.

Питанню методики викладання фізики, проведення фізичного експерименту у технікумах і коледжах у різні роки присвячували свої роботи М.І.Блудов, В.Є.Добронравов, Р.А.Дондукова, К.О.Іванович, Є.Я.Минченкова, О.М.Ніколаєв, І.В.Оленюк, Г.Д.Палеолог, О.В.Пьоришкін, М.О.Ушаков, М.І.Снарць, В.І.Ян та інші.

Але не вирішеною на сьогодні залишається проблема практичної реалізації методологічної спрямованості лабораторних робіт з фізики, подолання формального ставлення студентів до їх виконання за відповідними інструкціями, внесення до робіт фізичного практикуму дослідницьких елементів.

Нині організація і проведення лабораторного фізичного експерименту у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації дещо відрізняється від шкільної. Так, курс фізики, що відповідає курсу 10-11 класів загальноосвітньої школи, студенти вивчають протягом одного навчального року — на першому курсі, відповідно за цей час виконують і передбачені програмою лабораторні роботи. Є різниця й у тематиці робіт, їх обладнанні. На виконання кожної лабораторної роботи у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації відводиться не 45 хвилин, як у школі, а — 80-90. Якщо в школі протягом року проводяться фронтальні лабораторні роботи і наприкінці навчального року — фізичний практикум, то у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації лабораторні роботи, передбачені програмою, на нашу думку, доцільно проводити, в основному, у формі практикуму, окремими циклами, кілька разів на рік. Це обумовлено наявністю необхідного обладнання у кабінетах фізики ВНЗ І-ІІ рівня акредитації та потре-

бою підготовки студентів до виконання лабораторних практикумів з професійно орієнтованих дисциплін, адаптації до подальшого навчання у вищій школі. Проведення лабораторних робіт у формі фізичного практикуму забезпечує більш ґрунтовну підготовку студентів до виконання кожної роботи, вищий рівень їх самостійності, дозволяє здійснювати індивідуальний, диференційований підхід до кожного з студентів. Ще одна відмінність полягає в тому, що у шкільних підручниках фізики наявні інструкції для проведення лабораторних робіт, а у підручниках з фізики для ВНЗ таких інструкцій немає.

У зв'язку з названими особливостями, викладачі, які працюють у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації, для забезпечення максимальної ефективності навчального фізичного експерименту повинні не тільки знати призначення і правила експлуатації основного обладнання кабінетів фізики, але й уміти складати установки за схемами і описами, що подані в методичній літературі. Вони мають володіти методикою і технікою виконання різних видів навчального фізичного експерименту з дотриманням до них основних дидактичних вимог та правил техніки безпеки. Їм необхідно уміти супроводжувати досліди чіткими, вичерпними і короткими поясненнями на доступному для студентів рівні, вміти моделювати експеримент з використанням виробничих технічних об'єктів, характерних для спеціалізації конкретного навчального закладу; визначати роль, місце та дидактичні функції навчального фізичного експерименту у навчальному процесі з фізики з урахуванням його особливостей у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації та профілю і спеціалізації конкретного навчального закладу. Викладачам доцільно вибирати різні види та організаційні форми проведення експерименту на заняттях різних типів, самостійно готувати інструкційні картки до лабораторних робіт тощо.

Зупинимось на питанні підготовки інструкцій до лабораторних робіт, що проводяться у технічних ВНЗ І-ІІ рівня акредитації, вимог до їх змісту та структури. Названі інструкції викладачі складають самостійно, або роздруковують інструкції, запропоновані у методичних виданнях 70-х — 80-х років [2, 3]. У зв'язку з цим, має сенс, на нашу думку, включати завдання з написання інструкцій до лабораторних робіт заданої тематики до практикуму з методики і техніки шкільного фізичного експерименту, що проводиться у педагогічних вузах. Це не тільки певною мірою буде готувати майбутніх педагогів до роботи у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації, а й поглиблюватиме їх знання з методики фізичного експерименту, забезпечить свідоме ставлення до організації та проведення лабораторних робіт, розвиватиме їх професійну майстерність, творчі здібності.

Зміст та структура інструкцій для лабораторних робіт з фізики, що проводяться у технікумах і коледжах,