

УДК 37.016.53

Савченко В.Ф.

**ПРИНЦИП РОЗШИРЕНОЇ НАСТУПНОСТІ У ФОРМУВАННІ
ПРАКТИЧНИХ УМІНЬ І НАВИЧОК УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИНАМІКИ
В СТАРШІЙ ШКОЛІ**

У статті розглядається проблема підвищення ефективності процесу формування практичних умінь і навичок учнів старшої школи в умовах запровадження програми, побудованої за концентричним принципом. Пропонується розробка двох лабораторних робіт з динаміки, побудованих на принципі розширеної наступності.

Ключові слова. концентризм, навчальна програма, фізика, лабораторна робота, сила, рівновага тіла, дворівнева система, розширена наступність.

In article the problem of the increase to efficiency of the process shaping the practical skills and skill pupil senior school in condition of the introducing the program is built on concentric principle is considered. The development two laboratory works on speaker are built on principle of extended receivership.

Key words. concentrizm, scholastic program, physics, laboratory functioning, power, balance of the body, two-level system, extended receivership.

Докорінна перебудова системи навчання в середній школі, передбачена переходом на 12-річний термін навчання, породжує проблему перегляду структури, змісту, засобів і методів навчання. Адже змінюється не тільки тривалість навчання, але й впроваджується нова освітня парадигма, побудована на широкій інформатизації та технологізації навчального процесу.

Серед численних завдань, які стоять перед учителем фізики в нових умовах є формування в учнів практичних умінь і навичок з фізики. Розв'язання цієї задачі дозволить забезпечити дієвість фізичної освіти учнів, підготувати їх до активної продуктивної діяльності.

Серед специфічних умінь і навичок учнів можна виділити знакові, такі, що найбільшою мірою властиві для фізики як науки й навчального предмета, такі, що слугують формуванню практичних умінь і навичок з інших предметів природничого циклу дисциплін навчального плану середньої школи. Зокрема, це – "...уміння проводити наукове спостереження; уміння проводити фізичний експеримент; уміння оцінювати похибки вимірювань" [2; с.17].

Дієвою формою організації процесу формування практичних умінь і навичок з фізики є фронтальна лабораторна робота. "У процесі виконання лабораторних робіт і дослідів учні переконуються в об'єктивності фізичних законів, отримують безпосередні уявлення про методи, які використовуються в наукових дослідженнях, знайомляться з фізичними вимірюваннями й способами кількісно оцінювати фізичні явища, набувають практичні вміння й навички, передбачені програмою з фізики..." [1; с.171].

Дворівнева система побудови шкільного курсу фізики з ознаками концентризму, зафіксована в програмах 12-річної школи, передбачає вивчення деяких суттєво важливих тем двічі, з повторенням на кожному рівні [4]. Доведена практикою ефективність такого підходу, дозволяє врахувати вікові особливості учнів, ефективно використати міжпредметні зв'язки з математикою, хімією, біологією, географією.

Повторення навчального матеріалу сприяє глибшому його розумінню, закріпленню в пам'яті та вдосконаленню практичних умінь і навичок.

Проте реалізація позитивних рис і якостей концентризму можлива лише при врахуванні деяких психологічних ефектів, породжуваних повторним вивченням одного й того ж матеріалу. У першу чергу, при цьому втрачається актуальність матеріалу, який вивчається. Це стосується як теоретичної, так і практичної складової змісту програмового матеріалу.

"Будь-яке повторення – це рух уперед; воно завжди повинне містити елемент новизни.

Нове формулювання проблеми, нове перегрупування матеріалу, нові вправи й задачі, новий експеримент, введення нових даних науки й техніки – усе це привертає увагу й інтерес учнів, збуджує їх активність і тим самим забезпечує добре повторення матеріалу" [3; с.116].

Діюча програма середньої 12-річної школи передбачає вивчення основ динаміки на обох рівнях-концентрах – базовому й рівні стандарту (академічному, профільному). На обох рівнях програма пропонує виконання лабораторних робіт, що стосуються поняття сили (див. таблицю). Як видно зі

зведеного переліку робіт, поданому в таблиці, та аналізу їх опису в підручниках [5], у кожній роботі програми 8 класу передбачається використання пружинного динамометра. Якщо побіжно розв'язуються й інші дидактичні задачі, то в цілому учні набувають навичок вимірювання сили динамометром – статичним методом. Таких робіт в базовому курсі планується 4. У старшій школі (стандарт) – лише 2.

Сила є одним із фундаментальних понять класичної динаміки Ньютона, тому рішення укладачів програми цілком зрозуміле: за такої кількості фронтальних лабораторних робіт успішно формуються вміння проводити вимірювання, повторюється вивчений теоретичний матеріал, формується завершена на певному рівні система знань.

Разом з тим виникає проблема ефективної реалізації на практиці дидактичних можливостей ідей концентризму. Якщо у 8 класі учень упродовж усього часу вивчення основ динаміки самостійно вимірює динамометром силу, виконуючи чотири лабораторні роботи, то у 10 класі на що дію планується лише дві роботи [4].

Виправити положення можна за умови побудови програми другого концентру на вищому теоретичному й практичному рівні, із залученням нового теоретичного, експериментального, техніко-технологічного матеріалу. Зрозуміло, що зміст лабораторних робіт на формування навичок вимірювати сили в 10 класі повинен бути суттєво ускладнений, наповнений новими діями і способами вимірювання сили.

Оскільки суть цього положення полягає в тому, що циклічність, повторюваність у процесі формування практичних умінь і навичок повинні супроводжуватися поглибленням змісту й методів навчання, ми вважаємо за потрібне ввести поняття **принципу розширеної наступності**. Цей принцип має регламентувати зміст і структуру навчального матеріалу, якщо виникає потреба його повторного вивчення.

Таблиця 1

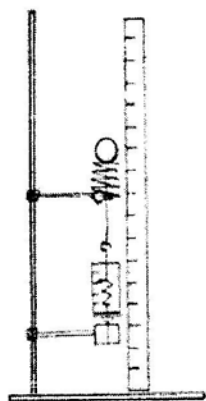
Структура системи формування практичних умінь і навичок вимірювати сили

Тема лабораторної роботи	8 клас	Тема лабораторної роботи	10 клас
№5. Конструювання динамометра			
№6. Вимірювання сил за допомогою динамометра. Вимірювання ваги тіл.		№2. Вимірювання сил.	
№8. Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання			
№9. З'ясування умов рівноваги важеля		№3. Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил.	

Прикладом реалізації цього принципу може бути розробка двох фронтальних лабораторних робіт для 10 класу 12-річної школи: "Вимірювання сил" та "Дослідження рівноваги тіла при дії кількох сил". Аналіз змісту тем цих лабораторних робіт показує, що вони суттєво співпадають з темами робіт з механіки програми 8 класу й потребують принципово нового підходу до компонування їх змісту. Так, на протигагу роботам 8 класу робота №2 програми 10 класу може бути побудована на розширенні завдань щодо вимірювання сил, ставлячи за мету розширення знань учнів про методи вимірювання сил. Таким розширенням може бути введення в зміст лабораторної роботи завдань щодо вимірювання сили динамічним способом, який суттєво доповнює метод динамометра й поглиблює знання учнів про силу як фізичну величину. Він базується на вимірюванні прискорення, якого набуває тіло внаслідок взаємодії з іншим тілом. Тоді, згідно з другим законом динаміки Ньютона, сила $F = ma$, де m – маса тіла; a – прискорення, якого набуло тіло при взаємодії. Отже, для розрахунку сили достатньо знати масу тіла і його прискорення після взаємодії. Оскільки виміряти прискорення в лабораторних умовах досить складно, то можна застосувати закон збереження й перетворення механічної енергії.

Нехай вертикально розміщена спіральна пружина стиснута так, що її деформація дорівнює Δl . Маючи потенціальну енергію, звільнена пружина випрямляється й виконує роботу $A = F \cdot \Delta l / 2$, надаючи тілу масою m кінетичну енергію $E_k = A = mv^2 / 2$. За рахунок цієї енергії тіло піднімається на висоту h , набуваючи потенціальної енергії $E_n = mgh$. Згідно з законом збереження й перетворення механічної енергії $E_n = E_k$, або $F \cdot \Delta l / 2 = mgh$. Звідси $F = 2mgh / \Delta l$.

Отже, знаючи лише масу тіла, висоту підймання тіла після взаємодії з деформованою пружиною, можна розрахувати силу.



Мал. 1

Для виконання цієї роботи потрібні: циліндрична пружина, лінійка довжиною 1 м, лінійка довжиною 30 см, нитка, лабораторний динамометр, штатив з двома лапками.

При виконанні роботи пружина затискується в лапці штатива у вертикальному положенні. Поруч з нею вертикально встановлюється довга лінійка (мал.1). До верхнього витка пружини прив'язується нитка такої довжини, щоб при пропусканні її через пружину вона виходила за нижню її частину. Стиснувши пружину шляхом натягу нитки й відмітивши її деформацію, встановлюють на неї кульку відомої маси. При різкому відпусканні нитки пружина випрямляється й підкидає кульку на певну висоту, яку учень визначає візуально за шкалою довгої лінійки. Оскільки такі вимірювання досить неточні, учням пропонується повторити дослід декілька разів при однаковому стисненні пружини. Для розрахунків застосовують середнє значення вимірів висоти підймання кульки. До нижнього кінця нитки кріплять гачок динамометра і, тягнучи за його корпус, досягають такої її деформації, яка була у попередніх дослідах. Покази стрілки динамометра порівнюють з результатами розрахунків.

Для запису результатів вимірювання використовують таблицю, подібну до таблиці 2.

Таблиця 2

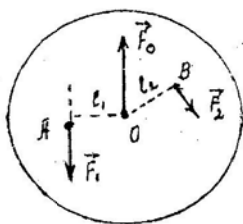
№ з/п	Деформація пружини Δl , м	Сила, виміряна динамометром F_1 , Н	Висота підймання кульки h , м	Розрахована сила F_2 , Н	F_1/F_2
1.					
2.					
3.					

З метою залучення учнів до творчої діяльності можна перед ними поставити завдання спроектувати прилад для вимірювання сили динамічним способом.

Друга робота програми 10 класу (№3) принципово схожа на роботу 8 класу зі з'ясування умов рівноваги важеля. Адже, згідно з одним із означень, важіль це – тверде тіло, що має вісь обертання. Проте переважна більшість розробок цих робіт передбачають лише встановлення правила моментів для важеля у формі лінійки: сума моментів сил, які діють на тіло, дорівнює нулю. Якщо ж зміст розширити до умов рівноваги *твердого тіла* взагалі, то з'являється можливість перевірки й другої умови рівноваги тіла: сума всіх сил, які діють на тіло, дорівнює нулю.

Згідно з першим законом динаміки Ньютона будь-яке точкове тіло буде знаходитися в рівновазі, якщо геометрична сума діючих на нього сил дорівнює нулю. Якщо ж тіло має певні розміри і сили прикладені до різних точок цього тіла, то можливі умови, за яких тіло буде обертатися навколо певної осі. Для прогнозування таких можливостей необхідно врахувати не тільки значення і напрям прикладених сил, але і їх точки прикладання.

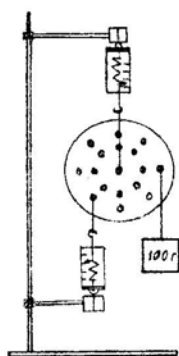
Для зручності розглянемо плоске тіло у вигляді диска. Нехай до нього прикладені три сили: F_1 , F_2 , F_0 (мал.2).



Мал. 2

Точка прикладання сили F_0 знаходиться у центрі О диска. Усі сили лежать у одній площині. Щоб центр диска не зміщувався, потрібно щоб $F_1 + F_2 + F_0 = 0$. Проте цього недостатньо, щоб диск не обертався. З 8 класу, де учні вивчали властивості важеля, їм відомо, що для цього сума моментів сил повинна дорівнювати нулю: $M_1 + M_2 + M_0 = 0$. Оскільки плече l_0 сили F_0 дорівнює нулю, то $M_0 = F_0 \cdot l_0 = 0$. Тоді для обраного нами випадку $M_1 + M_2 = 0$. Це можливе тоді, коли $F_1 / F_2 = l_2 / l_1$.

Для виконання роботи потрібні такі прилади і обладнання: легкий жорсткий диск з отворами, важки лабораторні масами по 100 г кожен, два лабораторні динамометри, нитки, штатив з двома лапками.



Мал. 3

При виконанні роботи лабораторний динамометр закріплюють у верхній лапці штатива.

До гачка динамометра приєднують нитяну петлю, пропущену через отвір в центрі диска.

У кількох отворах диска на різній відстані від центра по різні боки від вертикалі, що проходить через центр, закріплюють нитяні петлі. До однієї з петель підвішують важок, а до другої (по інший бік від центра) – кріпиться гачок динамометра, закріпленого в нижній лапці штатива. Після збирання установки учні виконують малюнок, на якому зображають сили, що діють на диск. Зміщуючи нижню лапку штатива з динамометром, досягають такого положення диска, коли сили F_1 і F_2 будуть паралельними. Користуючись малою лінійкою, вимірюють плечі сил, які діють на диск. За показами динамометрів і масою важка визначають значення діючих сил. Значення сил і їх плечей записують у таблицю 3.

Таблиця 3

№ з/п	Сила F_0 , прикладена до центра, Н	Сила F_1 , Н	Плече l_1 , м	Момент сили F_1 , Н.м	Сила F_2 , Н	Плече l_2 , м	Момент сили F_2 , Н.м	$F_{1x} + F_{2x} + F_{0x}$	$M_1 + M_2 + M_0$
1.									
2.									
3.									

Учням вищого рівня підготовки пропонується повторити дослідження з двома чи трьома важками.

Після проведення дослідів учні розраховують значення моментів сил та їх суму з урахуванням знаків, і рівнодійну цих сил. За результатами цих розрахунків учні роблять висновки щодо суми моментів сил, діючих на диск та суми цих сил з врахуванням їх векторного характеру.

Практична перевірка описаних робіт підтвердила їх результативність і доступність для розуміння й виконання учнями.

Використані джерела

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
2. Шарко В.Д. Сучасний урок фізики. – К., 2005. – 220 с.
3. Знаменский П.А. Методика преподавания физики в средней школе. – Л.: Учпедгиз, 1954. – 552 с.
4. Навчальні програми з фізики для старшої школи // Фізика та астрономія в школі. – 2010. – №1, №2.
5. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 8 клас. – К.: Генеза, 2008. – 208 с.
6. Чепуренко В.Г., Нижник В.Г., Гайдучок Г.М. Лабораторні роботи з фізики у 8-10 класах. – К.: Рад. школа, 1976. – 248 с.
7. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. – Под ред. А.А. Покровского. – М.: Просвещение, 1974. – С.132-133.
8. Програми середньої школи. Фізика. Астрономія. 7-12 класи. – К.: ВТФ Перун, 2005.

Стаття рекомендована кафедрою педагогіки, психології та методик навчання фізики й математики Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка.

Надійшла до редакції 20.04.2010.